86-03074/

The Fisheries Research Board of Canada Reports series encompasses studies, symposia, and special reports.

Report No. 1 — "The Way Ahead" Symposium on the 75th Anniversary of the Fisheries Research Board of Canada.

Report No. 2 — The Fisheries Research Board of Canada — Seventy-Five Years of Achievements. By W. E. Ricker.

Report No. 3 — Science for Canada's Shelf-Seas Fisheries. By H. A. Regier and F. D. McCracken.

Report No. 4 — Biological Oceanography in Canada: A Perspective and Review. By T. R. Parsons.

Report No. 5 — Natura Naturans: A Symposium on the Fry Paradigm.

Report No. 6 — Structured Aquaculture Development with a Canadian Perspective. By G. I. Pritchard.

Published by / Publié par

Environment Canada / Environnement Canada
Fisheries and Marine Service / Service des pêches et des sciences de la mer

Office of the Editor / *Bureau du Rédacteur*
116 Lisgar, Ottawa K1A 0H3

Catalogue No. Fs 97-10/7
Price: Canada: $3.00
Other countries: $3.60
ISBN 0-660-00482-8
Price subject to change without notice
Imprimerie Simon Ltée
Contract 12KT KF 801-6-0271

FRB REPORT

Science for the Scattered Fisheries of the Canadian Interior [1,2]

HENRY A. REGIER

Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Toronto Ont. M5S 1A4

Contents

ABSTRACT/RÉSUMÉ 2

A. INTRODUCTION 2

B. FRESHWATER FISHERIES IN THE CANADIAN INTERIOR 3

C. REGIONAL ASPECTS 5

D. MAJOR CULTURAL AND POLITICAL TRENDS 10

E. STATE OF THE SCIENCE 12

F. RECENT RESEARCH INITIATIVES 13

G. THEREFORE WHAT? 16

H. ACKNOWLEDGMENTS 18

I. REFERENCES 18

[1] Reprinted from the *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 1976, 33(5) 1213–1232.

[2] This report was prepared under contract for the Fisheries Research Board of Canada. The views expressed are those of the author and not necessarily those of the Board.

Abstract

REGIER, H. A. 1976. Science for the scattered fisheries of the Canadian interior. FRB Report No. 7: 1–20.

A healthy ferment exists in various fields of scientific research and management on Canadian freshwater fisheries. Important achievements have been registered in ecology, as well as in economics and on legal–jurisdictional aspects. The time is right to bring some order into recent administrative chaos to consolidate scientific contributions of the past, to encourage some recent initiatives, and to expedite research that is explicitly interdisciplinary, i.e. organized from transdisciplinary perspectives and conducted so that the contributions of various disciplines are not readily discernible in the end products. A capability to transfer insights and information directly to planning and decision-making on large fisheries programs, on major industrial developments, and to regional governments and agencies is badly needed. Such a capability for freshwater fisheries can be stimulated into maturity by expanding and developing some five or six interdisciplinary and interinstitutional scientific networks that have evolved in various parts of Canada in recent decades. These and other specific conclusions are specified in some detail.

Résumé

REGIER, H. A. 1976. Science for the scattered fisheries of the Canadian interior. FRB Report No. 7: 1–20.

L'effervescence qui se manifeste dans les divers domaines de la recherche et de la gestion scientifique des pêches canadiennes en eau douce est de bon augure. Des réalisations importantes se sont produites en écologie, de même qu'en économique et sur divers aspects de la législation et de la juridiction. Il est opportun maintenant de mettre de l'ordre dans le chaos administratif de ces derniers temps et de consolider les contributions scientifiques passées, d'encourager certaines initiatives récentes et de pousser une recherche explicitement interdisciplinaire, i.e. organisée dans des perspectives transdisciplinaires et effectuée de telle façon que les contributions des diverses disciplines soient à peine discernables dans le produit final. On a grandement besoin de développer une aptitude à transmettre idées et renseignements directement aux responsables de la planification et de la prise de décision, ainsi qu'aux gouvernements et organismes régionaux en ce qui a trait aux grands programmes sur les pêches et aux développements industriels majeurs. Une telle aptitude peut être pleinement développée pour les pêches d'eau douce en donnant de l'expansion aux cinq ou six réseaux scientifiques interdisciplinaires et interinstitutionnels qui ont évolué dans diverses parties du Canada au cours des récentes décennies. Nous présentons un certain nombre de conclusions plus spécifiques.

Received January 12, 1975
Accepted February 13, 1976

A. Introduction

IMPORTANT fisheries at various geographic edges of Canada have from time to time attracted serious and prolonged attention by Canadian federal and concerned provincial governments. These include fisheries of the shelf areas, of nearshore marine waters, of eastern and western salmon-spawning streams, and of the Great Lakes. Their importance has been recognized by the creation of international agreements in each case. By contrast, the many scattered and relatively small fisheries of the Canadian interior, as well as the secondary species in the primary fishing areas, have never been of any major direct concern to Canadian federal and provincial governments, nor to pre-Confederation colonial administrations for that matter.

At senior policy levels interior fisheries were generally perceived, if they were in fact perceived at all, as a minor component within the complex of natural renewable resources that included agriculture, forests, furbearers, and game. The following quote concerns the whole set and applies to interior fish resources with special rigor.

> "In the early days the basic role of government was seen as that of assisting the extractive industries, and the environment was viewed simply as a treasure chest which had to be opened as efficiently and quickly as possible. Transportation policy, taxation legislation and government assistance of various kinds all tended to favor industries which viewed natural resources as entities to be trapped, netted, cut down, or blasted out of the ground. Neither industry, nor government, nor for that matter, the public, was very concerned with the often detrimental side effects of the exploitive process, for the resources seemed limitless and the side effects minor when compared with the primary economic benefits such as an expanding economy and high employment." (Whittington 1974).

Gradually over the decades the primitive pioneer mores of senior Canadian policymakers have been displaced by a measure of ecological civility perhaps justified as having economic validity.

> "A new consciousness has now emerged to stress the economic validity of resource conservation and the protection of the environment from unrestricted exploitation. The boundary of public policy in advanced political jurisdictions has widened as government control by regulation and planning has become a more and more prominent feature." (Smithies 1974 p. 1).

Ecologically oriented conservatism or environmentalism characteristically does not address all that is involved in the issue.

> "When we turn to the role of government in the history of the Canadian hinterland we find a remarkable congruence between its organization and purposes and those in business. The institutions and processes of government relevant to the hinterland have been marked by the same general characteristics — it has been monopolistic, large-scale and externally directed. It has been monopolistic in the sense that it was a highly centralized system of public decision-making in which only a very few interested groups had a direct influence on policy outcomes. Similarly the administrative structures through which these policies were applied were also typically highly centralized organizations, notorious from some points of view for their insensitivity to local or other particular influences." (Rea 1976.)

In Canada's 101st year participatory democracy appeared among us. If it survives and thrives, we may find ways to conserve natural resources, to prevent pillaging of the resources of the hinterland by metropolises, to accept native peoples as "citizens plus," to develop a realistically useful code of practice for entrepreneurs and bureaucrats, and to rear a new breed of senior policymaker (Vincent 1975).

Under such changed circumstances the many small scattered fisheries of the Canadian interior would contribute their modest surpluses to the regional economy. Modest annual returns produced in perpetuity may take on major significance in the long term, at least for people who neither march to the drums of high interest rates nor are trapped in 4-year election cycles.

Paradoxically, the smaller interior fisheries may well have to surrender aspects of their special *fisheries* identity to receive fairer treatment from the public, planners, managers, and politicians. In large-scale comprehensive analyses at regional levels, smaller fisheries may simply have to be lumped with other smaller aspects of resource industries. Certainly it would be inappropriate to seek to stimulate development of a distinctive "science of small interior fisheries" within biology; the scientific and practical approach should be transdisciplinary and at the level of organization of the aquatic ecosystem or river basin. Nevertheless, there is a need for more comprehensive and clearly enunciated fisheries policies relating to the values of hinterland communities, native peoples and recreation (cultural opportunity); to economic efficiency (material well-being); and to habitat productivity (environmental harmony). Because these matters are still not well understood by Canadian planners and decision-makers, the significance of a freshwater fisheries is likely to continue to be underrated. Some further attention to fisheries at the level of the policy sciences is clearly in order.

The present study is one of an interrelated set, and all drafts were vetted by authors of other studies during their development. In particular the studies by Harvey (1976), Loftus (1976), McCracken and Macdonald (1976), Pritchard (1976) and Regier and McCracken (1975) have some direct relevance to the present study. These studies will not be quoted extensively, in the interest of minimizing redundancy.

B. Freshwater Fisheries in the Canadian Interior

Presumably because of the primary concern of Canadian governments with "economic growth and development," the role of freshwater fisheries within the primary (fish harvesting) and secondary (product processing) levels of industry are now documented in part. The contribution to the tertiary or service industry (recreational angling and tourism) is less well understood and adequate methods of accounting are not yet in place. In addition, an almost unstudied artisanal or domestic fishery, not integrated into markets and industry, is important in scores of small communities scattered throughout the hinterland.

a) Production and Processing Levels

The contribution of freshwater fisheries at these levels is comparatively small, as can be inferred from *Annual Statistical Review of Canadian Fisheries* (see Tomlinson 1973). The data cited in this section were drawn from Volume 6 of the statistical series, dated 1973.

The relative contribution of freshwater fisheries may be measured by "value added" which is derived by deducting the cost of materials and supplies, fuel and electricity consumed from the

TABLE 1. Weighted aggregative price index of the Laspeyres form (see Nelson 1961) shows the relative change in prices under the assumption that total landings remain the same. The corresponding quantity index shows the relative changes in quantities under the assumption that prices remain the same. Indices were standardized to equal 100 for the average of the 1960–62 period (from Tomlinson 1973, p. 28).

	Price index		Quantity index	
Year	Freshwater fisheries	Canadian total	Freshwater fisheries	Canadian total
1958	115	97	99	106
1961	99	99	98	99
1964	120	121	86	109
1965	131	138	89	105
1966	136	134	90	122
1967	121	139	78	111
1968	132	142	82	124
1969	153	174	85	109
1970	160	173	66	116
1971	174	185	60	108
1972	186	218	66	107
1973	204	288	69	113

gross value of shipments. Fishing is, inter alia, a commodity-producing industry together with agriculture, forestry, trapping, mining, electric power generation, manufacturing, and construction. For the period 1956–71 Tomlinson (1973, table 5) has listed the contribution of fisheries to value added in the total of commodity-producing industries as been about 0.1–0.2% in each of Quebec, Ontario, and the Prairie provinces. In the Yukon and N.W.T. the regional contribution was 2.5% in 1956, 2.6% in 1961, 1.2% in 1966,and 1.1% in 1971. Because "value added in the primary sector of the fishing industry could not be computed because data on materials, supplies, fuel and electricity were not available ... the total value of the catch before processing has been used in lieu of value added for fishing" (Tomlinson 1973). According to J. A. MacMillan (personal communication 1975) the costs of fishermen inputs may be taken very roughly as half the total value of the catch before processing. Thus a first order correction of the above data would reduce them all to one-half the stated percentages. In Canada as a whole the contribution of all commercial fisheries has remained at about 1.0% throughout the indicated 15-year period (Tomlinson 1973).

Comparing the freshwater fishing industry with the total Canadian fishing industry, in 1972 the value of freshwater fishing craft was about 2–3% of the total, the number of fishermen about 13%, the number employed in fish processing plants about 5%, the landed value of the catch about 7%, and the marketed value about 5%. By comparison with marine fisheries, which dominate the data for the Canadian totals, freshwater fisheries are less capital intensive and more labor intensive. These data simply corroborate what has long been common knowledge.

Thus the freshwater commercial fisheries are a minor component of regional commodity-producing industries as well as a minor part of Canadian commercial fisheries on the whole. In addition, their relative significance has been falling in recent years in the N.W.T. (see above) as well as when compared to marine fisheries (see Table 1) both with respect to relative price and relative quantities landed.

b) Recreation and Tourism Related to Freshwater Angling

How to measure the economic benefits of recreation and tourism has been intensively studied in the U.S., particularly under the auspices of Resources for the Future, Inc. (Clawson and Knetsch 1966). Relatively little attention has been directed to the question by economists of other countries, including Canada (but see Pearse Bowden 1971; Gaudet 1972; Tuomi 1973). Even in the U.S. the practical political significance and relevance of such measures as have been obtained remain in doubt (Barkley and Seckler 1972). In that Canada appears to have a "bigger export business" in tourist angling than any other country, some effective approaches to accounting costs and

benefits might be expected to develop here. Some beginnings may be discerned.

Numerous surveys concerning sportfishing and other recreational activities have been conducted during the past decade for various regions of Canada (Whiting and Tuomi 1973; Cox and Straight 1975). Most of the detailed surveys were unsophisticated with respect to concept and methodology and the results of these have remained unpublished and largely unnoticed. One exception is the Ontario Recreation Survey of recent years by Ontario's Tourism Outdoor Recreation Planning Study Committee for which only progress reports are yet available (Simkin et al. 1974).

The demand for angling recreation is often viewed as arising from the need to fill up post-industrial leisure days. Or it may be seen as therapeutic (Stroud 1975), particularly for highly paid toilers at the urban core of the metropolises. The Canadian welfare system has not yet evolved to a stage where such issues are assigned any priority and may never reach it. In contrast the aspirations and prospects of hinterland communities are of growing concern. But no effective policies have yet been implemented to help these communities derive full potential benefits from, say, sportfishing possibilities.

Tuomi (1973) estimated that gross sport fisheries expenditures in Canada in the early 1970s were over $600 million per year, $340 million by some 2.3 million Canadian anglers, and $240 million by about 0.9 million foreign anglers, mostly from the U.S. This amounted to about 19% of total travel receipts from foreign tourism. A total of $10.3 million in angling license fees was collected in 1970–71. About $10 million was being spent annually by the Fisheries and Marine Service on recreational fisheries programs. Though these data do not permit a clear accounting of benefits and costs, they do provide gross indicators of what is involved.

Various studies show that angling is about sixth or seventh in rank of importance in Canadian recreational activities with somewhat over one-third of adults participating at least once a year. In the North about half the residents are anglers or fishermen, while in the densely populated South the proportion falls below one-fifth (Cox and Straight 1975). In terms of unfilled demand angling tends to rank high, with swimming and camping (Simkin et al. 1974).

On the basis of these and other sketchy data it appears that the relative significance of economic benefits from sportfishing within the overall service component of the Canadian economy is of the order of 1–2%. But note that many of the benefits accrue to hinterland people, yet not nearly to the extent now feasible.

c) Domestic and Artisanal Fishing

Aside from the benefits of commercial fishing and recreational angling, what contribution do Canada's vast though scattered fresh waters make to the domestic, nonmarket aspects of hinterland people? Protein obviously, but few data can be found to provide a measure of their relative significance except for a number of small remote communities. On the whole it appears likely that this aspect is also only a minor part of the nonmarket part of the total Canadian economy.

d) State of National Accounts

The state of fisheries accounts is now much better than it was a decade ago, but in comparison to agriculture these accounts are still in a primitive state (J. A. MacMillan personal communication 1975). But it seems clear that if we did possess accurate measures of the significance of freshwater fisheries, commercial plus recreational plus domestic, to the Canadian economy as a whole, the significance would not exceed 1% of what is now important to Canadians as reflected in government programs.

Of course, this is an obsolete and misleading approach to renewable resources, particularly fisheries. Currently the economic calculus of national or regional accounts deals with a rather curious conglomeration of "wants," rather than with the full vital and social needs of Canadian human beings. Many, including city dwellers, are coming to realize that alternatives to the centralized industrial monoculture can and should be undertaken. Thus, a diversity of life styles and a heterogeneity of settlement characteristics enriches Canadian society and may render it both less vulnerable to collapse under stress of major political shocks and more readily adaptable to long-term historic trends. Hence, for many small communities whose welfare is a national concern, the importance of small fisheries is not meaningfully reflected in the statement that the relative contribution of freshwater fisheries to the conventional accounts is less than 1%. The small number may be more directly indicative of the inadequate state of the overall social, economic, and environmental accounts in Canada, rather than of the significance of the fisheries resources.

C. Regional Aspects

We have no objective general methods for measuring "demand" and only quite inadequate data

TABLE 2. Average price, in cents per kilogram, received by fishermen for selected species (from Tomlinson 1973, p. 27). Il. is inland.

Selected species	1961	1966	1971	1972	1973	Ratio 1973:1961
Nfld. codfish	5.1	5.3	7.7	8.2	10.1	2.0
N.S. cod	8.4	11.2	14.6	16.3	22.5	2.7
N.S. herring	3.1	2.2	3.1	3.7	5.1	1.7
N.S. scallop	64.6	89.9	258.2	356.5	324.1	5.0
N.B. salmon	125.7	128.1	204.6	230.4	262.6	2.1
P.E.I. oyster	27.3	38.8	46.1	39.7	41.0	1.5
Que. lobster	70.1	113.5	168.9	242.5	209.7	3.0
B.C. halibut	47.0	78.9	71.0	136.7	163.0	3.5
B.C. coho	64.4	75.2	84.2	116.8	186.4	2.9
B.C. herring	2.2	3.7	5.5	7.1	19.7	9.0
Il. whitefish	30.9	37.5	44.3	44.1	48.1	1.6
Il. walleye	40.6	78.7	73.6	82.0	87.1	2.1
Il. perch	22.5	19.6	53.8	60.0	66.3	2.9
Il. trout	30.4	37.7	45.9	46.5	49.7	1.6

TABLE 3. Nominal catches, i.e. the live weight equivalent of the landings in thousands of metric tons (from Tomlinson 1973, p. 45).

Year	Carp	Smelt	Perch	Walleye	Pike	Sauger	Trout	Tullibee	Whitefish	Other	Total
1955	0.8	1.1	3.1	9.0	3.2	2.0	2.7	4.2	10.0	18.1	54.0
1960	0.7	5.3	6.3	6.3	3.6	2.2	1.8	5.7	12.3	11.7	55.8
1965	0.9	5.4	9.7	4.4	3.5	1.9	1.4	3.9	11.0	12.4	54.5
1966	1.2	7.3	10.1	5.1	3.6	2.2	1.3	4.9	9.3	10.0	55.1
1967	0.9	5.7	10.6	3.9	3.5	1.3	1.3	4.1	8.4	8.5	48.4
1968	0.9	5.7	11.6	3.9	4.3	1.8	1.1	4.5	8.3	10.2	52.2
1969	0.5	6.9	14.1	3.5	3.7	1.2	1.0	4.2	9.3	10.1	54.5
1970	0.3	4.3	10.1	3.1	3.1	0.3	1.0	2.0	8.7	9.9	42.9
1971	0.4	6.1	7.3	3.0	3.0	0.3	0.8	1.6	8.0	11.0	41.5
1972	0.4	5.0	7.9	3.2	3.4	1.7	0.6	0.5	8.3	11.4	42.5
1973	0.3	7.8	9.0	3.5	3.3	1.9	0.7	0.7	7.6	10.7	45.5

for assessing "supply," for any of the three major user interests — commercial, recreational, and domestic. But data exists which do provide some enlightenment.

If we may take average price at current rates as a relative measure of demand, admittedly not unconfounded by supply factors, then the data in Table 2 show that demand for some marine fisheries products has been rising more rapidly in recent years than the demand for preferred freshwater species (walleye, perch, trout, and whitefish). In earlier decades Canada's freshwater fish reached inland cities like Chicago in better condition than did marine species. With improved processing and marketing practices the difference in quality has largely disappeared (A. W. H. Needler personal communication 1975).

Commercial catches of preferred freshwater species across Canada are now appreciably lower than during peak periods in the past two decades (Table 3). Various unpublished assessments can be summarized in the statement that no nationally significant stocks of unutilized fish of the preferred freshwater species now exist in Canada though some are currently underutilized because of high freight rates, high opportunity costs for local labor, etc. Clearly under these conditions and with specific reference to commercial fisheries, it makes good sense to concentrate on production efficiency, transportation, and marketing promotion, for which the Freshwater Fish Marketing Corporation has been established. The focus of this Corporation on northwestern Ontario, the Prairie provinces, and the N.W.T. is related to the significance of the fisheries in these areas (Table 4) and to the fact that most of the catches are exported to the U.S. Small unorganized suppliers can expect to receive low prices, especially in export markets.

A regional breakdown of freshwater fisheries

TABLE 4. Landed value of Canadian freshwater fisheries (from Tomlinson 1973, p. 33) in millions of dollars.

Year	N.B.	Que.	Ont.	Man.	Sask.	Alta.	N.W.T.	Total
1955	0.2	0.5	6.8	3.5	0.8	0.7	0.7	13.1
1960	0.2	0.5	5.0	3.9	1.4	1.2	0.7	12.8
1965	0.1	0.7	6.4	4.4	1.7	0.7	1.0	15.0
1966	0.1	0.6	6.0	4.8	1.7	0.8	0.8	14.9
1967	0.1	0.5	6.0	2.5	1.2	0.8	0.8	11.8
1968	0.1	0.5	6.0	3.3	1.4	0.9	0.8	13.0
1969	0.1	0.5	7.4	3.4	2.3	0.9	1.0	15.7
1970	0.2	0.4	6.5	2.2	2.1	0.8	1.1	13.2
1971	0.3	0.3	6.9	2.3	1.8	0.4	1.1	13.1
1972	0.2	0.5	8.1	4.1	1.6	0.5	0.8	15.8
1973	0.2	0.5	10.4	4.6	1.6	0.4	0.8	18.5

may be attempted according to a number of different perspectives.

1) Each political jurisdiction may be addressed separately; these jurisdictions do play significant roles in fisheries management, as well as in research in some cases. But this approach tends to invite consideration of legal–jurisdictional differences of opinion (Thompson 1974) which might now better be ignored in practice until some major joint strategic planning can be consummated and/or constitutional housecleaning can be achieved (Thompson and Eddy 1973).

2) From within a market orientation, the needs and influences of different major metropolitan markets may be considered, but for freshwater fisheries in Canada these markets have been coalescing in recent years (mainly the Chicago to Buffalo megalopolis).

3) To an ecologist the traditional perspective of the geologist and geographer is appealing. The dominant features are the Laurentian Shield, the Western Cordillera, the Great Plains, etc. To the extent that Canadian fisheries biologists have a conceptual framework of a national scope on freshwater fisheries it may be well be of this type (see the 12-volume series of *The Illustrated Natural History of Canada* published by McClelland).

4) Alternatively, the country may be zoned according to a measure of "nordicity" as proposed by Hamelin (1972a, b) and shown in Fig. 1. The VAPO index, from "valeurs polaires," was based on Hamelin's interpretation of arctic research results. Ten variables contribute to the index, each variable being scaled from 0 to 100 and assigned equal weight in a simple sum. Here 0 implies no nordicity and 1000 implies ultimate nordicity. The 10 criteria fall into three groups. The first group with only one member is a very general *locational* variable: latitude. The second

FIG. 1. Regions of the Canadian North as defined by Hamelin (1972b). A VAPO index measures "nordicity" (see text) and numerical values of the index were used by Hamelin to locate the VAPO isolines shown here.

group contains five *natural* variables: summer warmth above 6 C, annual cold below 0 C, type of ice, total precipitation, and vegetational development. The third set includes four *human, cultural* variables: accessibility, population number, population density, and degree of economic activity.

Surely it could not be difficult to find fault with the VAPO index from the viewpoint of the specific variables selected for inclusion, the lack of differential weighting, the simplistic form of integration — simple sum, the lack of objective verification, etc. Nevertheless, I consider it to be

interesting and useful for present purposes, in part because it was developed for purposes not directly related to fisheries interests.

For those workers who find more meaning in the traditional physiographic approach, we might compromise by using a matrix in which one axis accommodates the traditional zones and the other lists Hamelin's zones. This suggestion is not carried forward here.

The approximate proportions of the Canadian population living in Hamelin's zones in 1966 were calculated as follows: Main Ecumene within Near North, 83%; Near North outside Main Ecumene 16%; Middle North, 1%; Far North 0.1%; Extreme North, 0.001%.

a) Main Ecumene Within the Near North

Freshwater ecosystems within the Main Ecumene have been severely stressed almost without exception by one or more of a score of human or anthropogenic practices deleterious to the more preferred species of fish (Loftus and Regier 1972; Larkin 1974; Harvey and Geen 1974). Gradually during the past century recreational fishing interests have progressively won fishery resources away from the commercial fishery but not nearly to the extent that this has occurred in contiguous areas of the U.S. This trend may continue in Canada so that only the less preferred fish species, of no direct or ecological value to the sport fishery, will be available in these areas for the commercial fishery. The domestic catch of fish within the ecumene is thought to be negligible overall, especially if we include the panfish taken by cottagers and vacationers with the sport fishery catches.

By and large, fisheries scientists and managers have to date been unsuccessful in their many attempts to moderate the combined effects of direct and indirect human demands on aquatic ecosystems within the Main Ecumene. Factors adversely influencing the fishery resource have often been addressed independently and there have never been enough scientific and managerial resources to deal with more than two or three at a time. The Lake Erie story is not atypical (Loftus and Regier 1972). Habitat and resources have become severely degraded to the point where they are no longer of major interest either to commercial fishermen or to recreational anglers, with a few localized exceptions. Hardly anyone now expects good fishing in the Main Ecumene and thus few are disappointed when fishing turns out to be poor. If government policy has tacitly been to encourage people to forget about good fishing in these areas, then it has been quite successful.

In Canada there has apparently never been a *concerted* research and development program to clarify the ecological conditions under which both recreational and commercial fishing could be accommodated in the same waters, perhaps to mutual advantage in some cases.

Perhaps the demand for fish has never yet been sufficiently strong to warrant such an initiative. Maybe the responsible agencies simply lacked interest. An intriguing, unreported anomaly existed until recently in Ontario's Lake Nipissing fisheries. Here a rigorously controlled commercial fishery directed toward premium sturgeon continued to thrive for decades longer than was the case in nearby fisheries that were relatively uncontrolled. Meanwhile recreational anglers intensively used the walleye and pike. In Alberta, various waters are being managed jointly for anglers and commercial fishermen, though not without some conflicts leading to the gradual suppression of commercial enterprises (R. D. Paterson 1975 personal communication).

b) Near North Beyond the Main Ecumene

The density of the human population is much lower here; together the two parts of the Near North zone account for some 99% of Canada's people. Most of the richest agricultural lands lie within the Main Ecumene and nearly all the agriculture occurs within the combined Near North zone, as well as most of the mining, forestry, and fishing (commercial plus recreational).

The majority of Canadians seldom if ever transgress the northern border of the Near North zone to enter the "true North." For most recreational anglers the northern edge of this zone is an adequate approximation to unspoiled nature. Many thousands of lakes and streams occur within this zone in Quebec and Ontario as well as numerous, more spectacular, mountain lakes within British Columbia.

With hundreds of local exceptions (see Ryder and Johnson 1972) the waters of the Near North beyond the Main Ecumene are not so thoroughly abused as are those within the Main Ecumene.

In recent decades one of the main responses of governments to demands for better sport fishing in Canada has been to extend roads and other access routes into this part of the zone. Until recently, building highways, airports, harbors, and canals needed little political or rational justification, in any case. But this is beginning to change.

A number of sizeable commercial fisheries exist here, particularly the Upper Great Lakes and

southern more productive parts of the Manitoba lakes. Numerous smaller fisheries are scattered throughout (for the Ontario picture see Adams and Kolenosky 1974) and a few small domestic fisheries of importance to native peoples. Clearly angler interests dominate the entire Near North including the Main Ecumene, though they have not yet suppressed the commercial fishery completely except in localized areas.

Addressing the combined Near North zone, other studies mentioned earlier are of direct interest here: on water quality (Harvey 1976), on resource enhancement and rehabilitation (Loftus 1976), on aquaculture (Pritchard 1976), and on the nearshore marine fisheries (McCracken and Macdonald 1976). The first two are particularly important in any balanced discussion of research needs for Great Lakes fisheries, the first and third for the Near North of the Prairie provinces, and all four with respect to east and west coast streams.

c) Middle North

Hamelin considers the southern boundary of this zone to mark the beginning of the "true north." Beyond this boundary reside only some 1% of Canada's people.

A number of moderately large commercial fisheries, a few well-known recreational areas, and numerous domestic fisheries share the fishery resource. The band of large lakes fringing the Laurentian Shield are of primary interest. Fisheries have been managed from the outset so that they seldom come into direct conflict with each other. This is an achievement of no mean significance, but that story has never been told.

The most interesting events during the past decade in the Middle North concerning fisheries have been the controversies on certain proposed developments such as the Mackenzie Valley pipeline, northern Manitoba river damming and diversions, the Quebec government's James Bay hydroelectric schemes, and the observed downstream effects near Lake Athabasca of a B.C. dam on the Peace River. In no case have fisheries interests directly triggered any major confrontation with old-fashioned developers, but some estimates of the positive and negative effects on fish resources have eventually been produced presumably to influence the final decision to some minor extent.

The Middle North is the main battle zone between native peoples demanding a fair hearing of their claims to "citizen plus" status and metropolis-based developers with associated power groups. The two sides perceive the long-term value of fishery and other natural resources in very different ways: fish are simply an *essential* part of the traditional life of the native peoples while those stocks that are destroyed are hardly more than a passing regret to the developer who may under duress agree to some, ultimately inconsequential, compensation (Usher 1975).

Socially and ecologically concerned groups of the Main Ecumene have recently joined forces with native peoples of the Middle North (Pimlott et al. 1973; Peterson 1975). Any major victories by this joint force will presumably augur well for the state of the fishery resource.

Governments responsible for the Middle North zone have sought to assist inhabitants to undertake commercial fisheries and angler outfitting activities according to the best methods applicable within the Main Ecumene. Heretofore the net effect on the native people has been deleterious, according to some observers. The more successful people of European origin often do not consider these northern locales their permanent homes and eventually take their gains back into the south. Hence the fisheries initiatives relating to the Middle North on the whole have been unsuccessful from the viewpoint of northern natives' interests. This is widely recognized (Lewis et al. 1972; Topolinski 1974; Usher 1975).

d) Far North

Though there is much fresh water in this area and some large lakes, it is almost all quite inaccessible. The fishery resources are utilized by native peoples, by some outfitters flying in trophy fishermen, and by some minor commercial enterprises.

Very approximate estimates of fishery potential yields have been proposed, though not published in the scientific literature. Because of low temperatures and infertility of many of the waters, no appreciable commercial production can be expected for this area. Arctic char have high unit value but low volume production and thus have only a very local significance. It may be that a modest recreational service industry can be developed if governments can find some viable alternatives to the earlier initiatives that are not now succeeding. An attractive recreational package might focus on a broader experience of nordicity rather than just trophy fishing.

G. Power (1975 personal communication) feels that "the best way to use many of these resources is to make available a safari-type or expedition-type vacation in which there is canoeing, hiking, some fishing and hunting in season, together with living under primitive, native-style conditions and the preparation and sampling of some native

foods. This kind of a package, obviously, would not appeal to everyone as it would require the foregoing of some of the comforts of life and the expenditure of some energy. Norwegians, however, have managed to go a long way in that direction in the development of their touring huts in the mountains where conditions are very primitive, but the company and the scenery more than make up. A holiday in the mountains using the Norwegian tourist facilities is an exhilirating experience."

e) Extreme North

This area is of practically no interest with respect to freshwater fisheries. Lakes are ice free for only a few weeks a year, if at all. Sea-run char spawn in a few streams. Presumably these resources should be reserved entirely for native peoples and the few residents of European origin. The latter will undoubtedly cause some local difficulties if they lack local ecological awareness of what level of use these resources could accommodate.

To conclude this section: what is the advantage of using Hamelin's zones to disaggregate the Canadian landmass instead of the usual provincial and jurisdictional boundaries? Following from the above analysis, it seems to me that the economic, ecological, social, and political characteristics of the regional problem mix differ more between contiguous zones of Hamelin's nordicity within a jurisdiction than they do between political jurisdictions within a particular zone. The fisheries manager near Schefferville, Quebec could get more incisive, comprehensive, and helpful advice from a colleague at Uranium City, Saskatchewan than from someone expert on the fisheries problems at Fredericton, New Brunswick, even though Saskatchewan is much farther away. Within Ontario there is comparatively little overlap within the problem mixes of the Main Ecumene and the Middle North. If this point is accepted then one of the major roles for federal fisheries research managers — to bring together workers, of various disciplines and of the various jurisdictions addressing similar problems, to identify and clarify useful concepts and models, to test them for generality, and to transfer credible science into practice — can be expedited if organized according to Hamelin's zones.

D. Major Cultural and Political Trends

In work on shelf-seas fisheries Regier and McCracken (1975) identified a series of major trends stemming from major innovative and fundamental decisions apparently taken tacitly in recent years by Canadian society. Two concerning shelf seas also apply here (see below). Six additional trends of particular importance to freshwater fisheries interests are elaborated below. The new six are not entirely independent of the first two to be mentioned.

a) The common property–open access–willing consent regime of management is being replaced by a more workable alternative (see Regier and McCracken 1975). Recent initiatives (W. C. Mackenzie personal communication 1975; Logie 1975) imply that the definitive policy decisions have already been taken. The detailed features of the new regime are not yet clear.

b) The centralized powers located in the metropolitan ecumene that have exacted tribute from the hinterland for the centuries of European peoples' dominance in Canada will somehow be contained to the greater relative benefit of the hinterland peoples (see Regier and McCracken 1975).

c) Native peoples' aboriginal and treaty rights to a greater share of Canada than appeared to be their lot until recently will be recognized at least in part. Their intentions appear to include conservation and wise use of renewable resources within their lands. Whether they intend to rely on ancient folk wisdom or on science-based resource assessments is not clear. Both approaches are currently in a state of imperfection.

As already stated, the attempts to induce native peoples into entrepreneurial roles have heretofore not often succeeded. Perhaps more appropriate organizational forms can be found by which they may benefit more fully from these resources.

d) Apparently the hope that a viable secondary industry can be developed within the Middle or Far North has now expired. The standard model to achieve industrialized bliss using external technology and expertise does not apply in our North any more than it does in various developing countries around the world. Such external factors tend to be vehicles for external power domination. An alternative model is needed to show how external factors may serve people's needs. We might realize that "development" cannot help but be quantitatively inferior by conventional performance measures at the peripheries and in the hinterlands. However, it is the socially important qualitative distinctives that may make up the difference, and these can only be developed in the absence of power domination by a southern elite.

e) The overall trend in recent decades, par-

ticularly noticeable within the Main Ecumene, has been a displacement of commercial fisheries by recreational fisheries. According to the conventional wisdom, use of fish for sport generates more wealth locally than does simple commercial or domestic use. The service industry that has developed has not prospered to the extent that was possible.

The basic approach to sportfishing in Canada has been described as analogous to the "loss leader" in consumer marketing. Such licence fees as exist are no significant cost to anglers. The loss of resource rent on fish is expected to be more than compensated by taxes from transportation, accommodation, food, guiding, and other economic activities associated with fishing and tourism.

A time dimension with respect to the "loss leader" can also be discerned. Outfitters charge high rates, $50–$200 a day, to transport and guide trophy fishermen into nearly unfished lakes. Over a few years most of the large trophies are removed. But fishermen's hopes once aroused are not readily dashed; thus fishing continues for some further years with an occasional trophy to show for it. Since trophy fish in northern waters are quite old (Johnson 1975), the recovery of such a lake into the trophy class may take a long time. Meanwhile the services of any local peoples that had come to rely on the seasonal guiding activities are not needed. Clearly this is not the way to develop a viable service industry.

Perhaps an answer may lie in a clear policy by the governments involved not to cater predominantly to "trophy types" but rather to attract people interested in a fuller experience of "nordicity" even at somewhat lower individual fees. Also less destructive catch–release, "no-kill" or "low-kill" programs should be tried on scores of the better fishing waters of the country. Canadian fisheries managers are lagging behind some of their counterparts in the U.S. on these matters.

f) There seems to be a trend among the North American angler fraternity away from the rather primitive and crass emphasis on the biggest killed or the most killed to a more sporting and more amusing interaction with fish and game (Bryan 1973).

Numerous accounts may be found in the literature of the mores of bass angling clubs in the 1890s or so on Georgian Bay, Pelee Island, and numerous other waters. Competitions were common: individual anglers strove to catch the greatest weight of bass within a specified period, say 3 days. Many of the fish were wasted. Practices such as these led to the institution of catch limits. Whether these competitive "fish hogs" enjoyed fishing under restrictive laws is unknown. The new regulations presumably did serve to maintain the resource at somewhat higher levels than would otherwise have been the case.

Recently angling as a competitive sport has been staging a comeback in the U.S. and is coming under critical study (Stroud 1975). Fishing derbies are also occasionally noted in Canada, e.g. at Port Credit, Ontario in September 1975.

The current anglers patronizing the lodges of northern lakes appear in some instances to possess mores similar to those of the angling competitors. This politically undesirable anachronism will hopefully be phased out quickly while there still remain some large fish in the North. Perhaps any tournaments should be restricted to perch, carp, and sunfish lakes of the Main Ecumene.

Increasingly many people are visiting sites where fish may be observed directly. Others are learning snorkeling and scuba diving to visit the fish within their own habitat. This form of "resource use" may be greatly expanded without major impact on the resource. Polluted and overfished ecological slums will attract few visitors, but the chance of encountering a 5-kg pike among the branches of a beaver lodge in a clear lake will attract some.

g) Renewable resources are not to be sacrificed by industrial developments such as dams, hydroelectric installations, mine waste disposal, sewage loading, etc. "If at all practical" is the usual proviso attached to the foregoing planning constraint. The perception of what is practical has changed markedly in recent years. It is now widely understood that short-term economic analyses incorporating high social discount rates are grossly misleading with respect to the value of renewable resources to society at large. Unfortunately no reliable model for a fuller explicit accounting has yet been developed. Until recently each major development proposal could only be "assessed" within an extended and costly confrontational political process between the proponents (which often includes the government) and citizen action groups (Vincent 1975). Now a more orderly collegial planning process is in the early stages of application (Logie 1975).

The impact assessment process used in recent years in Canada owed something to the approach instituted on a crash basis in the U.S. following enactment of their 1969 National Environmental Protection Act. It is now hard to find scientific defenders of the detailed modus operandi of such "impact assessment" and the recent initiatives (Logie 1975) are clearly better. Meanwhile the U.S. system is also transforming gradually.

h) Comprehensive regional planning is gradually making headway in Canada. Several decades of expertise in Saskatchewan have not yet made much impact on fisheries managers. Within the Conservation Authorities program in Ontario (Richardson 1974) the watersheds or catchment basins incorporated to date are largely within the Main Ecumene; here users of fisheries resources have benefited in some instances. Other localized areas around the country have been treated to one-shot ad hoc "systems analysis" and/or planning, and these sometimes do amount to more than merely a collection and summarization of assorted data (Walters 1975a; Peterman 1975).

Regional planning is now acceptable to the political parties of Canada, some political histrionics to the contrary notwithstanding. The concepts and methodology are developing rapidly and semiexpert practitioners abound in the country. Several universities have together graduated hundreds of planners at the baccalaureate level during the past decade. It seems likely that much of the planning and management of freshwater fisheries resources will occur within the context of emerging regional planning and management agencies.

E. State of the Science

Canada has a century long tradition in the scientific study of fish, fisheries, and aquatic systems. There is a copious literature. Numerous attempts have been made to comprehend parts of that history (Huntsman 1932; Fry and Legendre 1963; Dymond 1961, 1964; Larkin et al. 1970; Pimlott et al. 1971; Loftus and Regier 1972; MacCrimmon et al. 1974; Harvey and Geen 1974; Ricker 1975a; Lawrie and Kerr 1976). Nothing approaching a comprehensive historical account has been attempted; such an undertaking would be formidable. We have had numerous illustrious workers in the field of fisheries and aquatic sciences; some have been self-effacing to a fault. There is not now available a clear conceptualization or rationalization of the historical roots of freshwater fisheries science in Canada. Obviously an analysis of the present state of the science cannot be initiated from a firm consensus view of our history, since even the analytical basis for a consensus is still lacking.

Such an approach, if it were available, might lead astray in any case. The evidence is mounting almost daily that the fourth quarter of our century will be very different from the third, more so than the third quarter was from the second, for example. How does our recent science relate to the guesses in Section D above concerning major cultural and political trends?

I have read many recent papers; participated in more symposia, conferences, workshops, seminars, panels, task forces, and site reviews than I care to recall; and have interviewed many colleagues concerning their current activities. I have tried to assess recent events in the light of Section D above. It appears that there is no shortage of interesting ideas and scientific initiatives on technological, ecological, economic, social, and political aspects of freshwater fisheries in Canada. The recent chaos in the procedures for organizing and funding fisheries research in Canada (see Regier and McCracken 1975) has not yet stalled the scientific innovative process. It is conceivable that creativity was actually stimulated on balance, though not without a price in human casualties. Any further prolongation of the chaos will result in further casualties from the ranks of the fisheries scientists, and any stimulus value has already been exhausted.

The taxonomy, natural history, and distribution of freshwater fish species is now well known for freshwater species and major subspecies of commercial or sporting interest (McPhail and Lindsey 1970; Scott and Crossman 1973), but not for some others (Power 1974). No concerted effort has yet been launched to identify genetically distinct local forms for special management purposes (Behnke 1972).

Canadian freshwater fishery ecology of recent decades has to a large degree worked within the separate or joint initiatives, stemming from the 1930s, of D. S. Rawson, W. E. Ricker, F. E. J. Fry, and R. B. Miller. Rawson worked with lakes as whole ecosystems (see Larkin 1974, p. 51), Ricker with fish populations that exhibited some self-regulatory capabilities (Ricker 1975b); Fry with organisms responding and adapting to environmental factors (Fry 1971; Lawrie and Kerr 1976), and Miller with the ecology of whitefish parasites (Miller 1952). All of them did excellent work in other aspects of biology as well. Each discovered quantitative empiric relationships between important variables characteristic of the systems that they addressed and helped to set in motion the analyses and tests to elucidate causal mechanisms that give rise to the observations. Many second and third generation ecologists are currently using these concepts, but the transfer into practice has often been piecemeal and haphazard.

Beyond Rawson's work, many limnological studies have recently been conducted on Canadian lakes and streams (e.g. Hynes 1970; Reinelt et al. 1973; Harvey and Geen 1974; Brinkhurst 1974; Dillon and Rigler 1975). Relatively little of this work has been used by fisheries workers directly in their research and management responsibilities.

Engineering attempts to mitigate the adverse effects of dams on anadromous or other stocks have received much attention (Clay 1962). Major unsolved problems remain with engineering works of various types (Geen 1974; Efford 1975). Little attention has been directed to work on similar problems in similar situations, as in the USSR.

The socioeconomic work of S. Sinclair and colleagues (Sinclair 1960) has led to license limitation as a practical alternative to the earlier unworkable fisheries regime characterized as common property–open access–willing consent (Campbell 1973). The work on Canadian fisheries by economists and other social scientists is little known by other fisheries workers, partly because no appropriate publication outlet was ever developed.

Two practical management experiments first initiated several decades ago have not yet been fully assessed (Harkness and Fry 1942). W. J. K. Harkness arranged that certain of Ontario's Algonquin Park lakes remain closed to all fishing for alternate years or for 2 out of 3 years. The periods of closure were expected to permit the vulnerable salmonine populations to recover from angling pressure.

The second management initiative used the work of Rawson (1955), developed further by Ryder (1965) as a basis for setting annual catch quotas on northern lakes. Though the approach has attracted worldwide attention (Henderson et al. 1973), Canadian experience has not yet been assessed.

Fish stocking, habitat improvement, parasite and predator control, and other programs that were once deemed central to freshwater fisheries management now have low visibility within scientific publications. Perhaps these were useful for "fine-tuning" purposes in fairly stable aquatic systems but their regulatory capabilities may simply have been swamped by the recent more massive onslaughts of industrial society. With the advent of a more civilized regime, they may again become useful.

The needs of rehabilitation and restoration (Loftus 1976) may be such that some of the insights and skills of earlier days may again be applicable.

These brief sketches of scientists and of some work stemming from beginnings decades ago indicate the depth of freshwater fisheries traditions in Canada. It is disconcerting that a number of interesting and promising innovations begun decades ago have not yet been carefully assessed and reported.

Of course none of the Canadian workers has worked in national isolation. Each undoubtedly was stimulated as much or more by predecessors or colleagues in other countries as he or she was by other Canadians. The links with workers in the U.S. have always been close and collaborative. But I agree with Margalef (1968) that ecological science is to some extent locally conditioned; thus a focus on Canada can be defended for the purposes of this study.

F. Recent Research Initiatives

The contents of this section verge on speculation. Who can now tell whose current scientific work will be trend-setting? Other scientific planners and reviewers might well identify quite different classes and sets than the 11 listed below. Some of these could be presented as variations on themes elaborated in Section E above. Some initiatives have been ignored here by design, and are treated in other concurrent studies under FRB auspices. Others have simply been missed by me. All these possible shortcomings of the listing should not detract from the main point: with all these initiatives, progress in effective testing and transfer into practice is now dependent upon appropriate organizational and funding decisions. Interesting half-elaborated scientific ideas and methods may be found in abundance.

a) At the fish population level of organization, one of the models that has attracted much attention, particularly with certain marine fisheries, relates level of catch to level of effort expended. Both of these variables can be calibrated in biological or in economic terms. Thus the catch–effort mechanism may be included in a more comprehensive model of the workings of the ecological system within which the species occurs, or of the workings of the economic system into which the catch enters as an input and the effort as an output. The advent of the computer permitted this approach to flourish among researchers (Framingham et al. 1974; Gislason et al. 1974) though it has not yet contributed much practical advice to managers. With respect to scattered fisheries that cannot be managed on an individual population basis, a regionally based input–output approach as developed by Leontieff might prove useful (Isard 1972; Czamaski 1972), but is also quite costly.

b) The dynamic simulation of ecosystem processes such as energy flow and material cycling gained much impetus as a result of UNESCO's International Biological Programme (IBP) of the 1960s. Much of this work proceeded in the absence of any explicit hypothesis of the workings of the ecosystem studied and thus was not theory-focused. Since Linnean species were taken to be

the elementary units (cf. Balon 1975), the models became excessively complex. In the freshwater parts of the program, IBP/PF, the work failed to proceed much beyond a preoccupation with sampling, measurement, and simulation methodology. To date the major contribution of IBP/PF may be that specialists on the dynamics of particular taxa started learning from colleagues expert on other taxa concerning population dynamics concepts and methods. The approach could not have been expected to lead directly to comprehensive concepts of ecosystem dynamics, as various collaborators recognized early in the course of IBP.

c) In contrast to the ecosystem simulation studies, which initially treated each ecosystem as separate and unique, attempts have been made to compare and contrast time series data from somewhat similar communities to seek out hypotheses of how these communities responded to and recovered from certain natural and anthropogenic factors and stresses (Loftus and Regier 1972; Beamish and Harvey 1972). The SCOL symposium focused on salmonid communities in oligotrophic lakes of the northern hemisphere (SCOL). A similar symposium (PERCIS) is planned for 1976 on percid communities (P. J. Colby personal communication 1975).

The SCOL and PERCIS initiatives were directed in the first instance to finding useful hypotheses and qualitative models at the community and ecosystem level of organization. Following the logic of a "general systems approach" (Laszlo 1972) the organizers felt that attempts to infer comprehensive and practically useful models of complex ecosystems by building up from the dynamics of individual populations, models of their separate interactions, and so on, in the absence of a prior whole-system hypothesis were unlikely to be successful. The bottom-upwards approach pursued in isolation generates vast amounts of work for scientists and computers but little insight of practical applicability (Regier 1974a). Instead the costly ecological sampling and computer programming methodology could be more gainfully employed to test and modify the hypotheses generated by examining events at higher levels of organization.

d) Fairly comprehensive, approximate models concerning some Canadian renewable resource questions have been developed in short workshop settings (Walters 1975a). Peterman (1975) has simulated runs and catches of a number of salmon species in order to address questions (analogous to hypotheses) important to decision-makers. Whole-system ecological models, clearly formulated management concerns, sophisticated sampling and data management methodologies (see below), and efficient computer simulation methods can be brought together within a practical planning context (Walters 1975b), assuming an appropriate high-level commitment is undertaken.

e) Heretofore fisheries scientists have, with some exceptions, addressed different bodies of water as though they were uniquely distinctive. Of course in some ways each one is different from all others, but this is also true of all other entities of interest to the practical person. The scientist makes progress by overlooking secondary differences in the first instance and concentrating on primary similarities.

Objective methods for classifying systems into different sets and scaling the degree of difference between sets have become well developed (Clifford and Stephenson 1975). In addition, systems concepts may prove useful. By these means smaller homologues of larger systems may be identified. Since logistical aspects of research costs rise steeply as the geographic size of systems increases, it may often prove economically advantageous to study smaller homologues to discover testable hypotheses about larger systems. Thus small lakes may be used as surrogates of the Great Lakes and the latter as surrogates of certain seas. But the question of the degree of similarity should be addressed objectively first, and settled to some extent, before some particular systems are selected for extensive use as surrogates of others.

f) With the great majority of Canadian lakes, no unique detailed dynamic simulation will ever be warranted because of the relatively high start-up cost for the approach. (But for individual exceptions, as with some major development purposes, the need for a sophisticated understanding may justify what might otherwise appear to be an excessive cost.) Few population-directed catch-per-unit-effort analyses will be possible. Rather indices based on broad ecological understanding of ecosystems, communities and populations will find useful application (Ryder et al. 1974; Regier et al. 1976). An understanding of the properties of unexploited and unstressed aquatic ecosystems is clearly an important prerequisite as a baseline (Johnson 1975). Attempts to generalize across various studies of lake whitefish populations and lake trout populations (Healey 1975a, b) should be followed by serious consideration of the related approach by Abrosov (1969). The extension and application of Rawson's initiatives by Northcote and Larkin (1956) and Ryder (1965) should long since have been carried further for purposes of regional analyses (see Capel and Ross 1973).

These attempts to find practically useful measures and indices relating to sampling problems and state of the resource, both potential and

actual, should be seen as interfacing science and practical application, and should be of direct concern to those responsible for maintaining a comprehensive information system.

g) Beyond the narrower field of fisheries resource ecology, quite a number of alternative approaches have been taken by scientists studying aquatic ecology. At the community and ecosystem level Regier et al. (1976) identified some 20 varieties of initiatives. As concepts, not half of these have been examined for possible application to Canada's fisheries problems. Some more systematic search of what is available and potentially applicable might prove "cost effective."

h) A fisheries information system, OFIS, is under development in Ontario. It is being designed to service the needs of a balanced approach to scientific understanding (see below) and broad ongoing practical programs. The fact that development of an information system is also a sophisticated research undertaking has been duly acknowledged.

As much as possible the data entered in data banks, computer simulations, and management decisions should meet certain standards of a statistical nature. In practice this implies that sampling designs be carefully specified in a number of ways. One of these relates to the sampling characteristics of gear. For inventory and assessment purposes it would help a great deal if important sampling properties could in general be specified quantitatively and then calibrated locally. Attempts to estimate "gear selectivity" relate to this need: though the process is now understood in a general way (Hamley 1975), some further research is necessary to specify relevant characteristics in more detail. Development of standardized sampling gear and sampling protocols will follow which should greatly enhance the reliability of data that then enter into theoretical and practical fisheries studies.

Related to sampling designs, the methods applied by Bazigos (1974) with widely scattered African fisheries should be of particular interest in Canada's hinterland. Using sophisticated concepts on stratification, nesting, and reliability testing, Bazigos has developed stepwise procedures that require relatively little statistical sophistication on the part of most of the technicians in the field who may be barely literate. Currently used sampling programs in parts of Canada seem inadequate and excessively expensive by comparison to those employed by Bazigos.

i) Concerning fisheries regulation, the question as to what kinds and how much control is necessary and sufficient has not been addressed directly. It seems to be a widely shared opinion among fishery managers that two or three mutually reinforcing regulatory measures must be in place and enforced concomitantly in order to achieve adequate control. There are many forms of control that may be applied; licenses, limited entry, outlawing overefficient or destructive gear, quota or catch limits, size limits, closed seasons, closed areas, etc. A century of experience with these various options should be analyzed, the emerging future needs considered, and some carefully justified guidelines produced. The theoretical work by Ostrom and Ostrom (1971) is an intriguing beginning.

Large financial resources are devoted to enforcing fishery regulations. In some jurisdictions the conservation officers or fish and game wardens are a semiautonomous force not well integrated with the scientists and managers as to policies and programs. With the major reformation now occurring in Canada on environmental and resource matters, what will be the new role of enforcement officers? The question has apparently not been addressed by social scientists.

j) The people of Canada's north, particularly the native peoples, appear ready to break out of their dependent and exploited status. Many social scientists have been studying the impact of conventional western economic and industrial development on traditional societies in the developing world. Certainly many perceptive people in the poor countries are seeking viable alternatives in order to deal with poverty, hunger, disease, and the demands of a growing population that are less destructive of the deeply held values of their cultures.

Canadian workers are studying these kinds of problems within the Third or Fourth Worlds under the aegis of the International Development Research Center, of United Nations agencies, and of nongovernmental organizations. The similarity between the Northwest Territories and the Sudan, say, may be surprisingly broad. Some implications for managing fisheries, for example, may emerge quite clearly.

k) Some research is now being undertaken from transdisciplinary perspectives and within contexts that transcend those of the conventional disciplines such as biology, economics, geology, and hydrology. Here *transdisciplinarity* is not intended to imply lack of discipline; discipline of various types is essential to scientific progress. Instead the implication is that a more comprehensive and more broadly relevant paradigm is sought than is now available within the conventional disciplines.

Proposals to achieve "transdisciplinarity" include the following.

i) Jantsch (1972) proposes that an explicit formulation of a comprehensive decision-makers' conceptual network be used to scan events to identify unsolved or emerging problems, and then to mobilize and assign experts to resolve the problems. The network itself is a transdisciplinary concept and framework (Pritchard 1976). Chevalier and Burns (1975) and Fox (1975) emphasize "process" rather than "structure" but their recommendations are ultimately compatible with those of Jantsch (1972). If major crises are expected, then some form of "survival planning" may be in order (Bella and Overton 1972; F. K. Hare personal communication 1975). All of these alternatives are essentially *transdisciplinary*.

ii) Within a general systems view of the world (Laszlo 1972), natural and social structures, processes, phenomena, and events may be perceived as being components of a partially ordered complexity of hierarchic systems. Subsystems with appreciable internal self-regulation may be discovered. Such subsystems as well as the ultimate entire system share certain system properties characteristic of our earthly home. Using this kind of an approach, all aspects of natural and social reality may be perceived as variations on the one theme.

iii) A third rather more pedestrian approach than those sketched above tacitly underlies some of the "interdisciplinary" work of recent decades, and is not inconsistent with the above suggestions. Regier et al. (1974) propose a critical search for commonalities within the set of conventional disciplines. These commonalities are hidden under an encrustation of specialized terminology and detailed jargon that must be scraped away in order to recognize the common core.

An efficient way to proceed to achieve a new, more comprehensive paradigm might be to work within the "triangle" of a generalized planner's or decision-maker's network, (i) above, at one apex, a general systems viewpoint (ii) at another, and what is shared in common by conventional disciplines (iii) at the third. If successful, this approach, as applied to renewable resources and environmental matters, could yield the paradigm for a new discipline now sorely needed.

In a pragmatic way, but consistent with the above, UNESCO's Man and the Biosphere Program (MAB) is stimulating interdisciplinary work on aquatic problems defined at the watershed level of organization. The systems analysis methodology recommended by MAB may not lead to practically useful insights if the methodology is applied blindly in the absence of any comprehensive hypothesis about the workings of the system to be analyzed. And that hypothesis would be formulated in a context that is transdisciplinary in at least one of the three senses specified above. Work in Canada's contribution to the MAB program is proceeding along these lines. If the attempts are successful then the new skills and concepts should be transferred into practice to deal with matters that include freshwater fisheries. More and more the practical context for this work will be within regional transdisciplinary planning and decision-making groups.

These are only some of the recent initiatives that may contribute much of the science of freshwater fisheries in the next decade or two.

G. Therefore What?

To deal with detailed organizational and jurisdictional aspects of fisheries research is not within the scope of the present study. But one cannot address science and research without touching on these aspects at least implicitly. Here this is made explicit in the form of a rough sketch of how freshwater fisheries research is currently organizing in Canada.

Five local "hotspots" can be identified, centered respectively at Vancouver, Winnipeg, Toronto, Montreal, and St. Andrews. In almost every case an informal but fairly effective local network exists among fisheries researchers affiliated with federal and provincial government agencies, university institutions, and private research and consulting enterprises.

The Vancouver network, though dominated by salmon biologists and engineers, has made notable progress in organizing interdisciplinary research related to large developments and regional planning. The Winnipeg network has for decades contributed important economic insights and has successfully met numerous logistical challenges in dealing with resources sprinkled over a vast area of the North. The Toronto network has existed for a century but has remained preponderantly biological and limnological in orientation in attempting to deal with the many demands and ecological ills associated with a dense ecumene; the work of H. A. Innis and other historians has had little impact on Canadian fisheries workers. The Montreal network is oriented to pioneering work, largely biological, in the distant and difficult hinterland. The St. Andrews network is of recent origin; it used to be an outpost of the Toronto network. Whether its freshwater component will expand into regional planning or remain more narrowly focused on salmon is uncertain. Will the francophone group now being created in the province of Quebec under federal auspices create a separate network from that now in existence in

Montreal, and if so will the latter dissolve? Will the challenges of containing the impacts of tar sand and foothills coal developments lead to a new fisheries "hotspot" in the Edmonton–Calgary areas?

The main point to be made here is that some five research "hotspots" are now scattered strategically with respect to Canadian freshwater fisheries and two more may emerge within the next decade. They have developed along somewhat different lines, and as a set (together with workers not closely associated with the "hotspots") we now have impressive research capability. The Vancouver, Winnipeg, and Toronto networks clearly have already achieved a "critical mass" to permit interdisciplinary research excellence to emerge, given appropriate encouragement. Whether one, two, or three will emerge, successfully in Quebec and the Maritimes is now uncertain; my guess is that there will be two a decade from now. Fisheries may turn out to be a peripheral concern on the Alberta scene and the network may focus on other resources primarily.

Most of the conclusions in the shelf-seas fisheries study by Regier and McCracken (1975) relate to freshwater fisheries as well. The only obvious exception is that no large research vessels are now needed for freshwater research. The other conclusions are not fully justified again in this paper; instead they are listed and several are interpreted with respect to the freshwater situation. All are important; the listing is not in a priority sequence.

1. Priority on mapping: Consolidate within regional libraries and periodically update important distributional information on a number of preferred species, their potential yield and actual harvests, harvesting capacity, and related socioeconomic quantities.

2. Priority on monitoring: Consolidate within regional fisheries offices, and then maintain in current readiness, series of monitored data on ecological, economic, and social factors deemed to be important for program accountability and future planning. Ontario's Fisheries Information System currently under development may serve as a leading innovation.

3. Priority on management and harvest protocols: Consolidate regionally the scientific and support staff necessary for calculating catch quotas, or total allowable catches and for specifying the kinds of management and harvest protocols to achieve regional or local goals or purposes.

4. Priority on synthesis and modeling: From the perspective of transdisciplinary resource science, develop modeling capability to understand, simulate, and explain major natural and man-made events and processes. The Toronto, Winnipeg, and Vancouver networks are near a stage of scientific development at which useful large-scale modeling could be undertaken.

5. Priority on facilitation of experimental management: A capability for more routine, practical planned experimentation should be incorporated within the system of programs and agency infrastructures that is being developed in place of the obsolete "common property–open access–willing consent regime." Various practical experiments of recent decades have unfortunately never been analyzed: this is clearly a high priority responsibility for researchers.

6. Priority on division of labor: Develop appropriate screening procedures and incentives as well as successional and transfer programs for three major classes within the scientific manpower mix — for those whose work is program-dictated, mission-oriented, or curiosity-directed (Regier 1974b; Gregory 1975). In-service training and retraining programs will be important mechanisms for achieving appropriate balance of the mix.

7. Priority on planning, performing, and reporting research: Research activities should in large part be mobilized into programs with clear objectives and methods adequately reviewed by peers, conducted according to planned schedules, and reported expeditiously. The methodology for initiating, organizing, and vetting such research proposals has been developed within Canada by the Joint Committee on Man and the Biosphere (MAB).

8. Priority on scientific credibility: Clarify the sociopolitical roles of various governmental and other research agencies and institutions, scientific societies and professional associations and then if necessary develop countervailing mechanisms to ensure objectivity of science. There is a lot of interest in these matters in Canada at the present time.

Prerequisites for timely action on this list of proposals include: a) the existence of some five viable regional research networks to permit both specialization and generalization; b) a joint strategic and program planning process as pioneered separately by the Vancouver, Winnipeg, and Toronto groups; c) a recognition that science transfer will increasingly occur within the framework of impact assessment and regional planning as pioneered in Saskatchewan and in the Northwest; d) a realization that existing political jurisdictions are not the most efficient organizational units for research and that proposals such as Hamelin's nordicity zones should be taken seriously; and e) a recognition that resource allocation will increasingly become a deliberate decision.

I conclude with a hope that the chaos that has reigned for several years with respect to planning and funding of fisheries research in Canada will soon be replaced by more encouraging policies and programs. Scientific expertise and promising innovations are not now in short supply. Some modest increase in resources for research and/or some major reordering of priorities within research, both tied to more comprehensive planning, justification, execution, and reporting guidelines, should lead to much more useful fisheries science. No research agency, institution, or enterprise could or should proceed in isolation; the problems are simply too big and too pervasive.

H. Acknowledgments

The Fisheries Research Board of Canada supported this study. The FRB Fisheries Resources Committee to which I was responsible consisted of P. A. Larkin, P. Russell, S. Sinclair, and K. F. Harding. FRB collaborators who were particularly helpful included W. R. Martin, J. R. Weir, K. H. Loftus, G. I. Pritchard, H. F. Fletcher, F. D. McCracken, R. S. Macdonald, and H. H. Harvey. In addition, I thank A. L. Hamilton, R. D. Paterson, W. J. Christie, A. H. Lawrie, K. H. Doan, A. L. W. Tuomi, T. Owen, J. A. MacMillan, G. S. Gislason, D. Cauvin, and G. Power.

I. References

Abrosov, V. N. 1969. Determination of commercial turnover in natural bodies of water. Probl. Ichthyol. 9: 482–489.

Adams, G. F., and D. P. Kolenosky. 1974. Out of the water: Ontario's freshwater fish industry. Ont. Min. Nat. Res. Toronto, Ont. iv + 68 p.

Balon, E. K. 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. J. Fish. Res. Board Can. 32: 821–864.

Barkley, P. W., and D. W. Seckler. 1972. Economic growth and environmental decay: the solution becomes the problem. Harcourt, Brace, and Jovanovich, Inc., New York, N.Y. 193 p.

Bazigos, G. P. 1974. The design of fisheries statistical surveys: inland waters. FAO, Rome., Fish. Tech. Pap. FIPS/T 133: 80 p.

Beamish, R. J., and H. H. Harvey. 1972. Acidification of the La Cloche Mountain Lakes, Ontario, and resulting fish mortalities. J. Fish. Res. Board Can. 29: 1131–1143.

Behnke, R. J. 1972. The systematics of salmonid fishes of recently glaciated lakes. J. Fish. Res. Board Can. 29: 639–671.

Bella, D. A., and W. S. Overton. 1972. Environmental planning and ecological possibilities. ASCE J. Sanit. Eng. Div., Proc. Pap. 8994: 579–592.

Brinkhurst, R. O. 1974. The benthos of lakes. MacMillan and Co., Ltd., London. xii + 190 p.

Bryan, R. C. 1973. The dimensions of a salt-water sport fishing trip or what do people look for in a fishing trip besides fish? Dep. Environ., Nanaimo, B.C. PAC/T-74-1. 33 p. (Mimeo)

Campbell, B. A. 1973. License limitation regulations: Canada's experience. J. Fish. Res. Board Can. 30: 2070–2076.

Capel, R. E., and C. B. Ross. 1973. Lake location and quality as determinants of potential recreation benefits: a study of selected lakes in Manitoba, p. 114–144. *In* E. R. Reinelt, A. H. Laycock, and W. M. Schultz [ed.] Proc. Symp. Lakes of Western Canada, University of Alberta, Edmonton, Alta. Water Resour. Cent. Publ. 2: xviii + 455 p.

Chevalier, M., and T. Burns. 1975. A field concept of public management. Dep. Environ., Adv. Concepts Cent., Ottawa, Ont. 54 p. (Mimeo)

Clawson, M., and J. L. Knetsch. 1966. Economics of outdoor recreation. Resources for the Future, Inc. Johns Hopkins Press, Baltimore, Md. 328 p.

Clay, C. H. 1962. Design of fishways and other fish facilities. Queen's Printer, Ottawa, Ont. 301 p.

Clifford, H. T., and W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., New York, N.Y. 240 p.

Cox, E. T., and W. J. Straight. 1975. Ontario angling facts and figures. Ont. Min. Nat. Res., Sport Fish. Branch. iv + 95 p.

Czamaski, S. 1972. Regional science techniques in practice: the case of Nova Scotia. Lexington Books, Toronto, Ont. xix + 435 p.

Dillon, P. J., and F. H. Rigler. 1975. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1519–1531.

Dymond, J. R. 1961. The organization of wildlife and fisheries research in Canada, p. 901–908. *In* G. P. Boucher [ed.] Resources for Tomorrow Conference Background Papers. Queen's Printer, Ottawa, Ont.

1964. A history of ichthyology in Canada. Copeia 1964: 2–33.

Efford, I. E. [ed.] 1975. Environmental impact assessment and hydroelectric projects: hindsight and foresight in Canada. J. Fish. Res. Board Can. 32: 97–209.

Fox, I. 1975. Canadian policy development for management of environmental resources. Westwater Res. Cent., Univ. British Columbia, Vancouver, B.C. 63 p. (Mimeo)

Framingham, C. F., J. A. MacMillan, and J. Craven. 1974. Simulation of alternatives for the South Indian Lake commercial fishery. Manitoba Dep. Mines, Resour., Environ. Manage. 35 p.

Fry, F. E. J. 1971. The effect of environmental factors on the physiology of fish, p. 1–98. *In* W. S. Hoar and D. J. Randall [ed.] Fish physiology. Vol. 6. Academic Press, Inc., New York, N.Y.

Fry, F. E. J., and V. Legendre. 1963. Ontario and Quebec, p. 487–519. *In* D. G. Frey [ed.] Limnology in North America. Wisconsin University Press, Madison, Wis.

Gaudet, J. L. [ed.] 1972. First European consultation on the economic evaluation of sport and commercial fisheries. FAO/EIFAC, Rome, ii + 147 p.

Geen, G. H. 1974. Effects of hydroelectric development in Western Canada on aquatic ecosystems. J. Fish. Res. Board Can. 31: 913–927.

Gislason, G. S., J. A. MacMillan, and N. J. R. Ward. 1974. An overview of the Manitoba freshwater fishery.

Dep. Agric. Econ., Univ. Manitoba, Winnipeg, Man. 81 p.

GREGORY, B. P. 1975. Science and discovery in France. J. R. Soc. Arts 123: 553–561.

HAMELIN, L. E. 1972a. A zonal system of allowances for nothern workers: an example of applied geography. The Musk-Ox 10: 5–20.

1972b. L'écoumène du Nord Canadien, p. 25–40. *In* W. C. Wonders [ed.] The north. Studies in Canadian geography. University of Toronto Press, Toronto, Ont. 151 p.

HAMLEY, J. M. 1975. Study of gillnet selectivity: a review. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1943–1969.

HARKNESS, W. J. K., AND F. E. J. FRY. 1942. Game fish management in Algonquin Park Lakes. Trans. North Am. Wildl. Conf. 7: 398–404.

HARVEY, H. H. 1976. Aquatic environmental quality. J. Fish. Res. Board Can. (In press)

HARVEY, H. H., AND G. H. GEEN [ed.]. 1974. Limnology in Canada. J. Fish. Res. Board Can. 31: 499–1020.

HEALEY, M. C. 1975a. Dynamics of exploited whitefish populations and their management with special reference to the Northwest Territories. J. Fish. Res. Board Can. 32: 427–448.

1975b. Characteristics of northern trout and lake whitefish populations. Natl. Res. Counc. Circumpolar Conf. on Northern Ecology. Abstr. p. 20.

HENDERSON, H. F., R. A. RYDER, AND A. W. KUDHONGONIA. 1973. Assessing fishery potentials of lakes and reservoirs. J. Fish. Res. Board Can. 30: 2000–2009.

HUNTSMAN, A. G. 1932. Progress in fisheries research in Canada, p. 159–161. *In* Fifty years retrospect, Canada, 1882–1932, by the Royal Society of Canada. Ryerson Press, Toronto, Ont. viii + 179 p.

HYNES, H. B. N. 1970. The ecology of running waters. University of Toronto Press, Toronto, Ont. 555 p.

ISARD, W. 1972. Ecologic-economic analysis for regional development. The Free Press, New York, N.Y. 270 p.

JANTSCH, E. 1972. Technological planning and social futures. Assoc. Bus. Prog., Cassell and Company, Ltd., London. xiv + 256 p.

JOHNSON, L. 1975. The dynamics of Arctic fish populations. Natl. Res. Counc. Circumpolar Conf. on Northern Ecology. Abstr. p. 19.

LARKIN, P. A. 1974. Freshwater pollution, Canadian style. Can. Soc. Zool. Ser. on Environmental Damage and Control in Canada. McGill-Queen's University Press, Montreal, Que. 3: xiii + 132 p.

LARKIN, P. A., et al. 1970. This land is their land. Sci. Counc. Can. Rep. 9: 41 p.

LASZLO, E. 1972. The systems view of the world. Braziller, New York, N.Y. ix + 131 p.

LAWRIE, A. H., AND S. R. KERR. [ed.] 1976. Natura naturans: a symposium on the Fry paradigm. J. Fish. Res. Board Can. 33: 296–345.

LEWIS, C. A., et al. 1972. Where to now? Fisheries development in the Northwest Territories. A federal–territorial task force report. Gov. NWT., Dep. Ind. Develop., Yellowknife, NWT. 23 p.

LOFTUS, K. H. 1976. Science for Canada's fisheries rehabilitation needs. J. Fish. Res. Board Can. (In press)

LOFTUS, K. H., AND H. A. REGIER [ed.] 1972. Proc. Symp. on Salmonid Communities in Oligotrophic Lakes (SCOL). J. Fish. Res. Board Can. 29: 613–986.

LOGIE, R. R. 1975. Environmental assessment. An address to the Association of Consulting Engineers of Canada, October 23, 1975. Dep. Environ., Environ. Assess. Panel, Ottawa, Ont. 14 p.

MACCRIMMON, H. R., J. E. STEWART, AND J. R. BRETT. 1974. Aquaculture in Canada, the practice and the promise. Bull. Fish. Res. Board Can. 188: 84 p.

MARGALEF, R. 1968. Perspectives in ecological theory. University of Chicago Press, Chicago, Ill. 111 p.

MCCRACKEN, F. D., AND R. D. MACDONALD. 1976. Science for Atlantic coast inshore seas fisheries. J. Fish. Res. Board Can. (In press)

MCPHAIL, J. D., AND C. C. LINDSEY. 1970. Freshwater fishes of Northwestern Canada and Alaska. Bull. Fish. Res. Board Can. 173: 381 p.

MILLER, R. B. 1952. A review of the *Triaenophorus* problem in Canadian lakes. Bull. Fish. Res. Board Can. 95: 42 p.

NELSON, B. L. 1961. Elements of modern statistics for students of economics and business. Appleton-Century-Crofts, New York, N.Y. ix + 365 p.

NORTHCOTE, T. G., AND P. A. LARKIN. 1956. Indices of productivity in British Columbian lakes. J. Fish. Res. Board Can. 13: 515–540.

OSTROM, V., AND E. OSTROM. 1971. A political theory for institutional analysis, p. 173–186. *In* F. A. Butrico, C. J. Touhil, and I. L. Whitman [ed.] Resource management in the Great Lakes basin. Heath Lexington Books, Lexington, Mass. xiii + 190 p.

PEARSE BOWDEN ECONOMIC CONSULTANTS, LTD. 1971. The value of fresh water sport fishing in British Columbia. Victoria: B.C. Recreation Conserv., Victoria, B.C. Econ. Wildl. Recreation Rep. 5: 60 p.

PETERMAN, R. M. 1975. New techniques for policy evaluation in ecological systems: methodology for a case study of Pacific salmon fisheries. J. Fish. Res. Board Can. 32: 2179–2188.

PETERSON, E. B. 1975. The past five years: lessons learned and their effect on MacKenzie Delta planning. Can. Arct. Resour. Comm. Conf. on MacKenzie Delta — Priorities and Alternatives. 8 p.

PIMLOTT, D. H., C. J. KERSWILL, AND J. R. BIDER. 1971. Scientific activities in fisheries and wildlife resources. Sci. Counc. of Can. Spec. Stud. 15: 191 p.

PIMLOTT, D. H., K. M. VINCENT, AND C. E. MCKNIGHT [ed.] 1973. Arctic alternatives. Can. Arct. Resour. Comm., Ottawa, Ont. v + 391 p.

POWER, G. 1974. Review of Freshwater Fishes of Canada by W. B. Scott and E. J. Crossman. Dep. Environ., Fish. Res. Board Can., 966 p. Arct., J. Arct. Inst. North Am. 27: 312–313.

PRITCHARD, G. I. 1976. Structured aquaculture development with a Canadian perspective. J. Fish. Res. Board Can. 33: 855–870.

RAWSON, D. S. 1955. Morphometry as a dominant factor in the productivity of large lakes. Verh. Int. Ver. Limnol. 12: 164–175.

REA, K. J. 1976. The political economy of northern development. Sci. Counc. Can. (In press).

REGIER, H. A. 1974a. Fish ecology and its application. Mitt. Int. Ver. Limnol. 20: 273–286.

1974b. Fishery ecology: a perspective for the near future. J. Fish. Res. Board Can. 31: 1303–1306.

REGIER, H. A., P. L. BISHOP, AND D. J. RAPPORT. 1974. Planned transdisciplinary approaches: renewable re-

sources and the natural environment, particularly fisheries. J. Fish. Res. Board Can. 31: 1683–1703.

REGIER, H. A., AND F. D. MCCRACKEN. 1975. Science for Canada's shelf-seas fisheries. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1887–1932.

REGIER, H. A., et al. 1976. Indices for measuring responses of aquatic ecological systems to various human influences. Report of ACMRR/IABO Working Party on Ecological Indices. FAO, Rome. (In press)

REINELT, E. R., A. H. LAYCOCK, AND W. M. SCHULTZ. [ed.] 1973. Proc. Symp. on the Lakes of Western Canada, University of Alberta, Edmonton, Alta. Water Resour. Cent. Publ. 2: xviii + 455 p.

RICHARDSON, A. H. 1974. Conservation by the people: the history of the conservation movement in Ontario to 1970. Toronto: University of Toronto Press, Toronto, Ont. xi + 154 p.

RICKER, W. E. 1975a. The Fisheries Research Board of Canada — seventy five years of achievements. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1465–1490.

1975b. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191: xviii + 382 p.

RYDER, R. A. 1965. A method for estimating the potential fish production of north-temperate lakes. Trans. Am. Fish. Soc. 94: 214–218.

RYDER, R. A., AND L. JOHNSON. 1972. The future of salmonid communities in North American oligotrophic lakes. J. Fish. Res. Board Can. 29: 941–949.

RYDER, R. A., S. R. KERR, K. H. LOFTUS, AND H. A. REGIER. 1974. The morphoedaphic index, a fish yield estimator — review and evaluation. J. Fish. Res. Board Can. 31: 663–688.

SCOTT, W. B., AND E. J. CROSSMAN. 1973. Freshwater fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Board Can. 184: xi + 965 p.

SIMKIN, D., et al. 1974. Ontario recreation survey, tourism and outdoor recreation planning study (TORPS). Ont. Gov. TORPS Comm., Toronto, Ont. Prog. Rep. 2: 85 p.

SINCLAIR, S. 1960. License limitation — British Columbia — a method of economic fisheries management. Can. Dep. Fish., Ottawa, Ont.

SMITHIES, W. R. 1974. The protection and use of natural resources in Ontario. Ont. Econ. Coûnc., Toronto, Ont. 89 p.

STROUD, R. H. 1975. Specialized use of recreational fisheries. SFI Bull. 268: 1–3.

THOMPSON, A. R., AND H. R. EDDY. 1973. Jurisdictional problems in natural resource management in Canada, p. 67–96. *In* Essays on aspects of resource policy. Inform. Can., Ottawa, Ont. Sci. Counc. Can. Spec. Stud. 27: 113 p.

THOMPSON, P. C. 1974. Institutional constraints in fisheries management. J. Fish. Res. Board Can. 31: 1965–1981.

TOMLINSON, A. I. 1973. Annual statistical review of Canadian fisheries. Dep. Environ., Fish. Mar. Serv., Ottawa, Ont. 112 p.

TOPOLNISKI, D. 1974. Survey of recreational fishing in the N.W.T. Winnipeg: Fish. Mar. Serv., Winnipeg, Man. 49 p.

TUOMI, A. L. W. 1973. Sport fisheries evaluation methodology reviewed, p. 17–25. *In* J. L. Gaudet [ed.] First European consultation on the economic evaluation of sport and commercial fisheries. FAO/EIFAC: ii + 147 p.

USHER, P. J. 1975. Northerners & the land. Can. Dimension 11: 23–30.

VINCENT, K. M. 1975. The pollution of broken promises. Nat. Can. 4: 2.

WALTERS, C. 1975a. An interdisciplinary approach to development of watershed simulation models. J. Fish. Res. Board Can. 32: 177–195.

1975b. Optimal harvest strategies for salmon in relation to environmental variability and uncertain production parameters. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1777–1784.

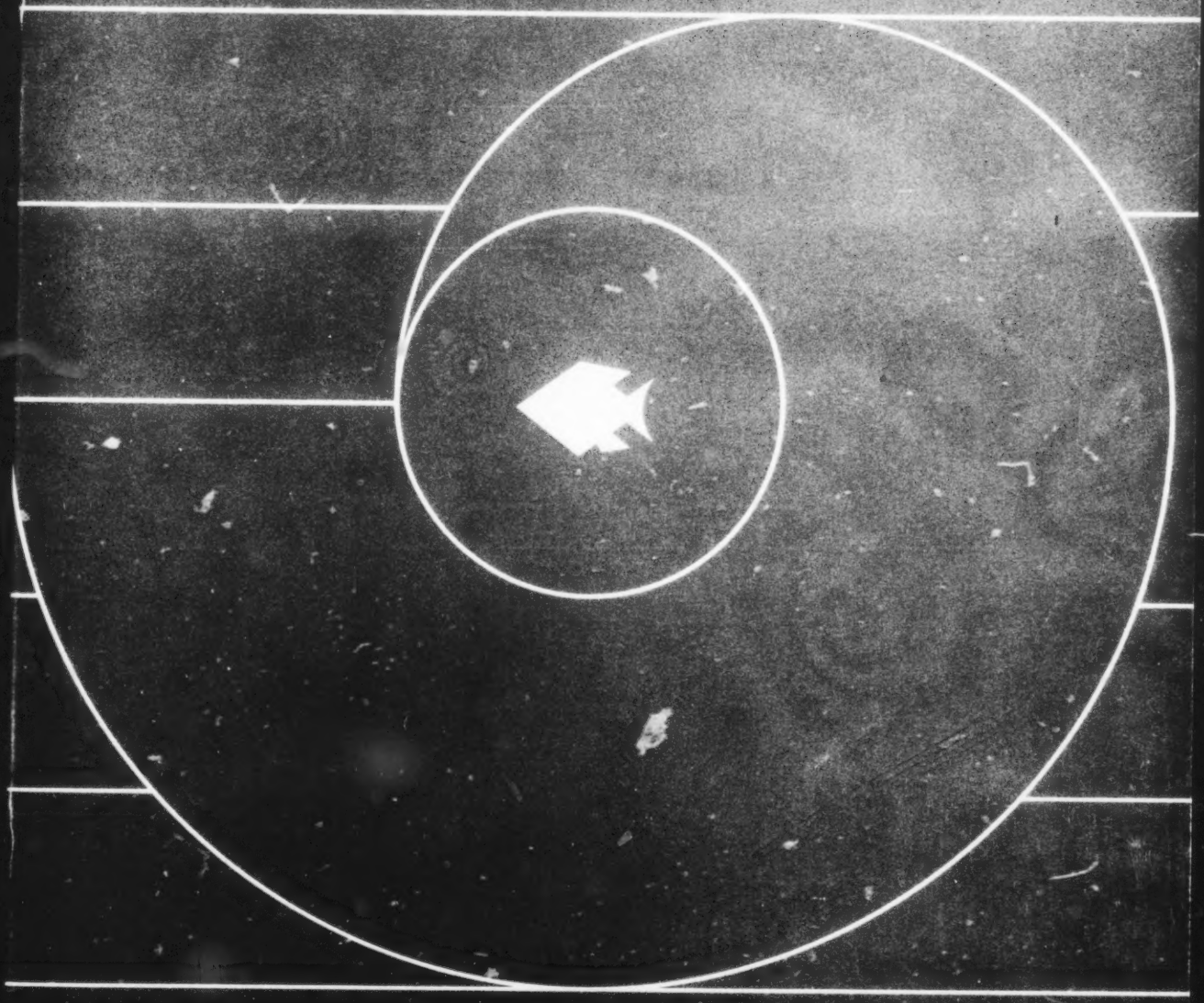
WHITING, P. G. AND A. L. W. TUOMI. 1973. Statistics on sales of sport fishing licences in Canada 1966–1971. Dep. Environ., Fish. Mar. Serv., Recreational Fish. Branch. 23 p.

WHITTINGTON, M. 1974. Environmental policy, p. 203–227. *In* G. B. Doern and V. S. Wilson [ed.] Issues in Canadian public policy. Macmillan of Canada, Toronto, Ont. 356 p.

Rapports de l'Office des Recherches sur les Pêcheries du Canada

Science pour les pêches dispersée de l'intérieur cz/radian

par H.A.Regier



La série de Rapports de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada comprend des comptes rendus d'études et de symposiums et des rapports spéciaux.

Rapport n° 1 — (The Way Ahead) Colloque marquant le 75e anniversaire de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada.

Rapport n° 2 — L'Office des recherches sur les pêcheries du Canada — soixante-quinze années de réalisation. Par W. E. Ricker.

Rapport n° 3 — Science pour les pêches canadiennes dans les mers du plateau continental Par H. A. Regier et F. D. McCraken.

Rapport n° 4 — Océanographic biologique au Canada : Perspective et revue. Par T. R. Parsons.

Rapport n° 5 — Natura Naturans : Un colloque sur le paradigm de Fry.

Rapport n° 6 — Développement d'une aquiculture structurée, avec perspective canadienne. Par G. I. Pritchard.

Publié par

Environnement Canada
Service des pêches et des sciences de la mer

Published by

Environment Canada
Fisheries and Marine Service

Bureau du Rédacteur
116 Lisgar, Ottawa K1A 0H3

Office of the Editor

N° de catalogue Fs 97-10/7
Prix: Canada: $3.00
Autres pays: $3.60
ISBN 0-660-00482-8
Prix sujet à changement sans avis préalable
Imprimerie Simon Ltée
Contrat 12KT KF 801-6-0271

RAPPORT DE L'ORP

Science pour les pêches dispersées de l'intérieur canadien[1,2]

H. A. REGIER

Université de Toronto, Toronto, Ont. M5S 1A1

Table des matières

2 RÉSUMÉ

2 ABSTRACT

2 INTRODUCTION

3 PÊCHES D'EAU DOUCE DE L'INTÉRIEUR CANADIEN

Production et transformation
Récréation et tourisme en rapport avec la pêche sportive en eau douce
Pêche familiale et artisanale
État de la comptabilité nationale

6 ASPECTS RÉGIONAUX

Écoumène principal en dedans du Pré-Nord
Pré-Nord au-delà de l'écoumène principal
Moyen-Nord
Grand-Nord
Extrême-Nord

10 PRINCIPALES TENDANCES CULTURELLES ET POLITIQUES

12 ÉTAT DE LA SCIENCE

13 RÉCENTES INITIATIVES EN RECHERCHE

17 QUE FAIRE ALORS?

18 REMERCIEMENTS

18 RÉFÉRENCES

[1] Version française de « Perspectives », publié dans le *Journal de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada*, 1976. 33(5): 1213–1232.

[2] Le présent rapport a été préparé, sous contrat, à la demande de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada qui ne partage pas nécessairement le point de vue de l'auteur.

Résumé

REGIER, H. A. 1976. Science pour les pêches dispersées de l'intérieur canadien. FRB Report No. 7: 1–21.

L'effervescence qui se manifeste dans les divers domaines de la recherche et de la gestion scientifique des pêches canadiennes en eau douce est de bon augure. Des réalisations importantes se sont produites en écologie, de même qu'en économique et sur divers aspects de la législation et de la juridiction. Il est opportun maintenant de mettre de l'ordre dans le chaos administratif de ces derniers temps et de consolider les contributions scientifiques passées, d'encourager certaines initiatives récentes et de pousser une recherche explicitement interdisciplinaire, i.e. organisée dans des perspectives transdisciplinaires et effectuée de telle façon que les contributions des diverses disciplines soient à peine discernables dans le produit final. On a grandement besoin de développer une aptitude à transmettre idées et renseignements directement aux responsables de la planification et de la prise de décision, ainsi qu'aux gouvernements et organismes régionaux en ce qui a trait aux grands programmes sur les pêches et aux développements industriels majeurs. Une telle aptitude peut être pleinement développée pour les pêches d'eau douce en donnant de l'expansion aux cinq ou six réseaux scientifiques interdisciplinaires et interinstitutionnels qui ont évolué dans diverses parties du Canada au cours des récentes décennies. Nous présentons un certain nombre de conclusions plus spécifiques.

Abstract

REGIER, H. A. 1976. Science for the scattered fisheries of the Canadian interior. FRB Report No. 7: 1–21.

A healthy ferment exists in various fields of scientific research and management on Canadian freshwater fisheries. Important achievements have been registered in ecology, as well as in economics and on legal–jurisdictional aspects. The time is right to bring some order into recent administrative chaos to consolidate scientific contributions of the past, to encourage some recent initiatives, and to expedite research that is explicitly interdisciplinary, i.e. organized from transdisciplinary perspectives and conducted so that the contributions of various disciplines are not readily discernible in the end products. A capability to transfer insights and information directly to planning and decision-making on large fisheries programs, on major industrial developments, and to regional governments and agencies is badly needed. Such a capability for freshwater fisheries can be stimulated into maturity by expanding and developing some five or six interdisciplinary and interinstitutional scientific networks that have evolved in various parts of Canada in recent decades. A number of more specific conclusions are specified.

Reçu le 12 janvier 1975
Accepté le 13 février 1976

Introduction

D'importantes pêches pratiquées dans les régions adjacentes au territoire canadien ont, de temps à autre, été l'objet d'une attention sérieuse et prolongée de la part du gouvernement fédéral et des gouvernements provinciaux intéressés. Ce sont, entre autres, les pêches dans les mers du plateau continental, dans les eaux maritimes côtières, dans les rivières à saumon de l'est et de l'ouest, et dans les Grands lacs. Dans chaque cas, leur importance a été consacrée par la création d'accords internationaux. Par contre, les nombreuses pêches dispersées et relativement petites de l'intérieur canadien, de même que les espèces secondaires des principales régions de pêche n'ont jamais trop préoccupé les gouvernements fédéral et provinciaux canadiens, pas plus d'ailleurs que les administrations coloniales d'avant la Confédération.

Aux paliers supérieurs des politiques, on a généralement considéré, si tant est qu'on les ait considérées, les pêches des eaux intérieures comme un composant mineur du complexe de ressources naturelles renouvelables incluant l'agriculture, les forêts, les animaux à fourrure et le gibier. La citation qui suit s'applique à la gamme entière, et plus particulièrement aux ressources piscicoles des eaux intérieures.

> « On concevait dans les débuts le rôle fondamental du gouvernement comme celui d'aide aux industries d'extraction, et l'environnement simplement comme un coffre à trésors qu'il fallait ouvrir le plus efficacement et le plus rapidement possible. Les politiques de transport, la taxation et diverses sortes d'aide gouvernementale tendaient toutes à favoriser les industries pour lesquelles les ressources naturelles n'étaient que des entités à prendre au piège, à récolter au filet, à abattre ou à être extraites du sol à l'aide d'explosifs. Ni l'industrie ni le gouvernement, pas plus d'ailleurs que le public, ne se préoccupait beaucoup des effets secondaires, souvent destructeurs, du processus d'exploitation : les ressources semblaient illimitées et les effets secondaires mineurs en regard d'avantages économiques de premier ordre, tels qu'une économie en voie d'expansion et un haut niveau d'emploi. » (Whittington 1974).

Cependant, au cours des ans, les attitudes de pionnier des cadres supérieurs responsables des politiques

au Canada ont graduellement fait place à une certaine mesure de civilité écologique justifiée peut-être par une valeur économique.

> « On voit présentement émerger une nouvelle conscience de la validité économique de la conservation des ressources et de la protection de l'environnement contre une exploitation sans restriction. Les frontières des politiques publiques dans le domaine des hautes juridictions se sont élargies à mesure que le contrôle gouvernemental, par le biais de la réglementation et de la planification, a pris de plus en plus d'importance. » (Smithies 1974, p. 1)

Les principes de conservation ou de protection de l'environnement orientés vers l'écologie ne couvrent évidemment pas tous les aspects du problème.

> « Quand on considère le rôle du gouvernement dans l'histoire de l'arrière-pays canadien, on constate que son organisation et ses buts sont remarquablement conformes à ceux de l'industrie. Les institutions et les processus gouvernementaux touchant l'arrière-pays ont été marqués des mêmes caractéristiques générales — le gouvernement a été monopolisateur, opérant à grande échelle et dirigé de l'extérieur. Il a été monopolisateur dans le sens d'un système hautement centralisé de prise de décision affectant le public et dans lequel seulement un petit groupe intéressé eut une influence directe sur les résultats de ces politiques. Il en a été de même des structures administratives chargées d'appliquer ces politiques : organisations typiquement hautement centralisées, réputées, selon certains points de vue, pour leur manque de sensibilité aux influences locales ou autres. » (Rea 1976).

Et voici que dans la 101e année de l'existence du Canada, la démocratie par participation est apparue parmi nous. Si elle survit et se développe, nous pourrons peut-être trouver les moyens de conserver les ressources naturelles, de prévenir le pillage par les métropoles des ressources de l'arrière-pays, d'accepter les Indigènes comme « citoyens extra », de développer pour les entrepreneurs et les bureaucrates un code de procédure utile et réaliste, et enfin de former une nouvelle race de cadres supérieurs chargés d'établir des programmes (Vincent 1975).

Dans des circonstances ainsi modifiées, les nombreuses petites pêches dispersées de l'intérieur canadien fourniraient leur modeste contribution à l'économie régionale. Des bénéfices annuels modestes mais se répétant à perpétuité peuvent avoir, à long terme, une importance majeure, du moins pour les gens qui n'ont pas à se mettre au pas des taux d'intérêt élevés ou qui ne sont pas pris dans des cycles électoraux de 4 ans.

Ceci peut paraître paradoxal, mais les petites pêches de l'intérieur peuvent fort bien être forcées d'abandonner certains aspects de leur identité *pêches* si elles veulent recevoir un traitement plus équitable de la part du public, des planificateurs, des responsables de la gestion et des hommes politiques. Il est possible que, dans des analyses générales et à grande échelle aux niveaux régionaux, les petites pêches devront tout simplement être englobées dans les autres aspects de moindre importance des industries fondées sur les ressources. Il serait certainement inapproprié de chercher à stimuler le développement d'une « science des petites pêches intérieures » distinctive au sein de la biologie. L'approche scientifique et pratique devrait être transdisciplinaire et au niveau de l'organisation de l'écosystème aquatique ou du bassin hydrographique d'une rivière. Il existe néanmoins un besoin de politiques des pêches plus générales et plus clairement énoncées, se rapportant aux valeurs des communautés de l'arrière-pays, aux Indigènes et à la récréation (opportunité culturelle); à l'efficacité économique (bien-être matériel); et à la productivité de l'habitat (harmonie du milieu). Comme ces questions ne sont pas encore bien comprises des planificateurs et des responsables des décisions au Canada, on continuera probablement de sous-estimer la signification des pêches d'eau douce. Il est clair qu'il faudra accorder plus d'attention aux pêches au niveau des sciences touchant les politiques.

La présente étude fait partie d'une série traitant de sujets connexes. Chaque étude a été examinée, au cours de sa préparation, par les auteurs des autres études. Les travaux de Harvey (1976), Loftus (1976), McCracken et Macdonald (1976), Pritchard (1976) et Regier et McCracken (1975) en particulier touchent certains aspects se rapportant directement à la présente étude. Afin de réduire au minimum la redondance, nos références à ces études sont limitées.

Pêches d'eau douce dans l'économie canadienne

Le rôle des pêches d'eau douce dans les secteurs primaire (récolte du poisson) et secondaire (transformation du produit) de l'industrie est maintenant bien documenté. Ceci découle vraisemblablement de l'importance primordiale que les gouvernements canadiens ont accordée à la « croissance et au développement économique ». La contribution du secteur tertiaire ou de services (pêche récréative et tourisme) est moins bien comprise, et nous ne possédons pas encore de méthodes pour en établir la valeur. De plus, il existe des pêches artisanales ou familiales qui n'ont pratiquement jamais été étudiées et qui ne sont pas intégrées dans les marchés et dans l'industrie, et qui pourtant jouent un rôle important dans nombre de petites communautés éparpillées à travers l'arrière-pays.

a) Production et transformation

On n'a qu'à consulter la Revue statistique annuelle des pêches canadiennes (Tomlinson 1973) pour se

TABLEAU 1. L'index agrégatif pondéré des prix de Laspeyres (Nelson 1961) montre le changement relatif des prix dans l'hypothèse de débarquements totaux constants. L'indice correspondant des quantités montre le changement relatif des quantités dans l'hypothèse de prix constants. Les indices ont été normalisés à 100 pour la moyenne de la période 1960–62. (Extrait de Tomlinson 1973, p. 28).

	Indice des prix		Indice des quantités	
Année	Pêches d'eau douce	Total Canada	Pêches d'eau douce	Total Canada
1958	115	97	99	106
1961	99	99	98	99
1964	120	121	86	109
1965	131	138	89	105
1966	136	134	90	122
1967	121	139	78	111
1968	132	142	82	124
1969	153	174	85	109
1970	160	173	66	116
1971	174	185	60	108
1972	186	218	66	107
1973	204	288	69	113

rendre compte que la contribution des pêches d'eau douce à ces niveaux est relativement faible. Les données présentées dans cette section ont été extraites du volume 6 de la série statistique, pour l'année 1973.

On peut employer la « valeur ajoutée » pour mesurer la contribution relative des pêches d'eau douce. On obtient cette valeur en soustrayant de la valeur brute des expéditions le coût des matières et des fournitures, du combustible et de l'électricité consommés. Tout comme l'agriculture, les forêts, les animaux à fourrure, les mines, la génération d'électricité, l'industrie manufacturière et la construction, les pêches sont, inter alia, une industrie de produits. Pour la période 1956–71, Tomlinson (1973, tableau 5) établit la contribution des pêches à la valeur ajoutée pour la totalité des industries de produits comme étant d'environ 0.1 à 0.2% dans chacune des provinces du Québec, de l'Ontario et des Prairies. Au Yukon et dans les T.N.-O., la contribution régionale est de 2.5% en 1956, 2.6% en 1961, 1.2% en 1966 et 1.1% en 1971. Étant donné que « la valeur ajoutée dans le secteur primaire de l'industrie des pêches n'a pu être calculée à cause du manque de données sur les matières, fournitures, combustible et électricité ... la valeur totale de la prise avant la transformation a été utilisée au lieu de la valeur ajoutée pour les pêches » (Tomlinson 1973). D'après J. A. MacMillan (communication personnelle 1975), le coût des mises de fonds par les pêcheurs peut être grossièrement estimé à la moitié de la valeur totale de la prise avant la transformation. Une correction de premier ordre appliquée aux données précédentes réduirait donc de moitié tous les pourcentages indiqués. Dans l'ensemble du Canada, la contribution de toutes les pêches commerciales s'est maintenue au niveau d'environ 1.0% durant toute la période mentionnée plus haut (Tomlinson 1973).

Si l'on compare l'industrie des pêches d'eau douce avec l'industrie des pêches canadiennes totales, on constate qu'en 1972, la valeur des bateaux de pêche en eau douce était d'environ 2 à 3% du total, le nombre de pêcheurs environ 13%, le nombre d'employés dans les usines de transformation du poisson environ 5%, la valeur des prises au débarquement environ 7% et la valeur marchande environ 5%. Comparativement aux pêches maritimes, qui dominent dans les totaux pour le Canada, les pêches d'eau douce sont moins une industrie de capitaux et davantage une industrie de main-d'oeuvre. Ces données ne font que confirmer ce que tous savaient depuis longtemps.

Les pêches commerciales d'eau douce sont donc un composant mineur des industries de produits régionales et une faible partie de l'ensemble des pêches commerciales canadiennes. De plus, leur importance relative est en baisse depuis quelques années dans les T. N.-O. (voir ci-dessus), de même que par comparaison avec les pêches maritimes (tableau 1), tant sous le rapport des prix relatifs que des quantités relatives débarquées.

b) RÉCRÉATION ET TOURISME EN RAPPORT AVEC LA PÊCHE SPORTIVE EN EAU DOUCE

La mesure des bénéfices économiques de la récréation et du tourisme a été l'objet d'études intensives aux É.-U., en particulier par le groupe Resources for the Future, Inc. (Clawson et Knetsch 1969). Les économistes des autres pays, y compris le Canada, ont accordé relativement peu d'attention à cette question (mais voir Pearse Bowden 1971; Gaudet 1972; Tuomi

1973). Même aux É.-U., on doute encore de l'importance politique pratique et de la pertinence de telles mesures (Barkley et Seckler 1972). Étant donné que le Canada semble avoir un « plus grand commerce d'exportation » de pêche touristique que tout autre pays, on développera sans doute ici des méthodes efficaces de comptabilité de coûts et bénéfices. On constate un premier pas dans ce sens.

On a effectué au cours de la dernière décennie de nombreuses études sur la pêche sportive et autres activités récréatives dans diverses régions du Canada (Whiting et Tuomi 1973; Cox et Straight 1975). La plupart des études détaillées manquent de raffinement quant au concept et à la méthodologie. Les résultats n'en ont pas été publiés et ont passé en grande partie inaperçus. L'étude de la récréation en Ontario réalisée dernièrement par le Tourism Outdoor Recreation Planning Study Committee de l'Ontario est toutefois une exception. Nous n'avons pour le moment que des rapports intérimaires sur cette étude (Simkin et al. 1974).

Plusieurs sont d'avis que la demande pour la pêche à la ligne comme récréation résulte du besoin d'occuper les jours de loisir accordés par l'industrie. D'autres la considèrent comme une thérapie (Stroud 1975), en particulier pour les travailleurs hautement rémunérés du centre urbain des grandes métropoles. Le système canadien de bien-être social n'a pas encore évolué au point d'accorder une priorité quelconque à des problèmes de cette nature et n'atteindra peut-être jamais ce stade. Par contre, on se préoccupe de plus en plus des aspirations et des perspectives d'avenir des communautés de l'arrière-pays. Mais on n'a encore réalisé aucune politique efficace pour aider ces communautés à retirer les pleins bénéfices que peut offrir, par exemple, la pêche sportive.

D'après Tuomi (1973), les montants bruts consacrés aux pêches sportives au Canada au début des années 1970 dépassèrent $600 millions par année, $340 millions dépensés par quelque 2.3 millions de pêcheurs Canadiens et $240 millions par environ 0.9 million de pêcheurs étrangers, des É.-U. pour la plupart. Ceci représente environ 19% des sommes totales retirées du tourisme étranger. Les permis de pêche à la ligne ont rapporté en 1970–71 un total de $10.3 millions. Le Service des pêches et des sciences de la mer consacrait environ $10 millions de dollars annuellement à des programmes de pêches récréatives. Ces données ne sont pas une comptabilité précise des bénéfices et coûts; elles donnent quand même une idée de quoi il s'agit.

Diverses études démontrent que la pêche à la ligne occupe le sixième ou le septième rang en importance parmi les activités récréatives au Canada, plus d'un tiers de la population adulte s'y adonnant au moins une fois par année. Dans les régions nordiques, environ la moitié des résidents pratiquent une pêche sportive ou commerciale, alors qu'au sud, où la population est plus dense, la proportion baisse à moins d'un cinquième (Cox et Straight 1975). En termes de demande insatisfaite, la pêche à la ligne occupe, avec la natation et le camping, un rang élevé (Simkin et al. 1974).

Les données qui précèdent et d'autres données rudimentaires donnent à croire que l'importance relative des bénéfices économiques de la pêche sportive est de l'ordre de 1 à 2% de la composante globale des services de l'économie canadienne. Il est à noter que plusieurs de ces bénéfices s'appliquent à la population de l'arrière-pays, sans toutefois atteindre le palier maintenant possible.

c) Pêche familiale et artisanale

En plus des bénéfices retirés de la pêche commerciale et la pêche récréative, quelle est la contribution apportée par les vastes pêches d'eau douce, toutes dispersées qu'elles sont, à l'aspect familial, non commercial de la population de l'arrière-pays? Elles contribuent à fournir des protéines, bien sûr, mais il existe peu de données qui nous permettent de mesurer l'importance relative de ces pêches, sauf pour quelques petites communautés éloignées. Dans l'ensemble, cet aspect n'est lui aussi qu'une partie mineure du secteur non commercial de l'économie canadienne totale.

d) État de la comptabilité nationale

La comptabilité des pêches s'est considérablement améliorée au cours de la dernière décennie mais, comparativement à l'agriculture, elle est encore dans un état primitif (J. A. MacMillan communication personnelle 1975). Il appert cependant que si nous pouvions mesurer de façon précise l'importance des pêches d'eau douce, commerciales, récréatives et familiales, dans l'ensemble de l'économie canadienne, elles ne dépasseraient pas 1% de ce qui est présentement considéré comme important pour les Canadiens, à en juger par les programmes gouvernementaux.

Naturellement, cette approche aux ressources renouvelables est démodée et trompeuse, particulièrement en ce qui a trait aux pêches. Présentement, les calculs économiques de la comptabilité nationale ou régionale portent sur une conglomération assez curieuse de « manques », plutôt que sur l'éventail complet des besoins vitaux et sociaux des êtres canadiens. Un grand nombre, y compris des citadins, commencent à réaliser qu'on peut et doit trouver des alternatives à une monoculture industrielle centralisée. Des modes de vie différents et des établissements hétérogènes sont de nature à enrichir la société canadienne. Ils peuvent également la rendre moins susceptible de s'affaisser sous le stress de chocs politiques majeurs, et plus facilement adaptable aux tendances historiques à long terme. Pour plusieurs petites communautés,

TABLEAU 2. Prix moyen, en cents par kilogramme, reçu par les pêcheurs pour des espèces choisies (extrait de Tomlinson 1973, p. 27).

Espèce	1961	1966	1971	1972	1973	Rapport 1973/1961
Morue T.-N.	5.1	5.3	7.7	8.2	10.1	2.0
Morue N.-É.	8.4	11.2	14.6	16.3	22.5	2.7
Hareng N.-É.	3.1	2.2	3.1	3.7	5.1	1.7
Pétoncles N.-É.	64.6	89.9	258.2	356.5	324.1	5.0
Saumon N.-B.	125.7	128.1	204.6	230.4	262.6	2.14
Huîtres Î.-P.-É.	27.3	38.8	46.1	39.7	41.0	1.5
Homard Qué.	70.1	113.5	168.9	242.5	209.7	3.0
Flétan C.-B.	47.0	78.9	71.0	136.7	163.0	3.5
Coho C.-B.	64.4	75.2	84.2	116.8	186.4	2.9
Hareng C.-B.	2.2	3.7	5.5	7.1	19.7	9.0
Corégone in.	30.9	37.5	44.3	44.1	48.1	1.6
Doré in.	40.6	78.7	73.6	82.0	87.1	2.1
Perchaude in.	22.5	19.6	53.8	60.0	66.3	2.9
Touladi in.	30.4	37.7	45.9	46.5	49.7	1.6

in. = eaux intérieures

TABLEAU 3. Prises nominales, i.e. équivalent en poids vif des débarquements en milliers de tonnes métriques (extrait de Tomlinson 1973, p. 45).

Année	Carpe	Éperlan	Perchaude	Doré	Brochet	Doré noir	Touladi	Cisco	Corégone	Autres	Total
1955	0.8	1.1	3.1	9.0	3.2	2.0	2.7	4.2	10.0	18.1	54.0
1960	0.7	5.3	6.3	6.3	3.6	2.2	1.8	5.7	12.3	11.7	55.8
1965	0.9	5.4	9.7	4.4	3.5	1.9	1.4	3.9	11.0	12.4	54.5
1966	1.2	7.3	10.1	5.1	3.6	2.2	1.3	4.9	9.3	10.0	55.1
1967	0.9	5.7	10.6	3.9	3.5	1.3	1.3	4.1	8.4	8.5	48.4
1968	0.9	5.7	11.6	3.9	4.3	1.8	1.1	4.5	8.3	10.2	52.2
1969	0.5	6.9	14.1	3.5	3.7	1.2	1.0	4.2	9.3	10.1	54.5
1970	0.3	4.3	10.1	3.1	3.1	0.3	1.0	2.0	8.7	9.9	42.9
1971	0.4	6.1	7.3	3.0	3.0	0.3	0.8	1.6	8.0	11.0	41.5
1972	0.4	5.0	7.9	3.2	3.4	1.7	0.6	0.5	8.3	11.4	42.5
1973	0.3	7.8	9.0	3.5	3.3	1.9	0.7	0.7	7.6	10.7	45.5

dont le bien-être est d'intérêt national, il n'est donc pas juste pour les petites pêches d'affirmer que la contribution relative des pêches d'eau douce représente moins de 1% des comptes conventionnels. Ce faible pourcentage peut être un signe de la faiblesse de la comptabilité sociale, économique et de l'environnement au Canada, plutôt que de l'importance des ressources halieutiques.

Aspects régionaux

Nous ne possédons pas de méthodes générales objectives permettant de mesurer la « demande » et n'avons que des données plutôt inadéquates pour évaluer l'« offre » concernant l'un ou l'autre des trois intérêts des principaux usagers — commerciaux, récréatifs et familiaux. Il existe tout de même quelques données qui peuvent nous éclairer quelque peu.

Si l'on peut prendre le prix moyen aux taux courants comme mesure relative de la demande, sans doute obscurcie par des facteurs d'offre, les données du tableau 2 démontrent que la demande pour certains produits halieutiques marins a crû plus rapidement en ces dernières années que la demande pour les espèces d'eau douce préférées (doré, perchaude, touladi et grand corégone). Il y a quelques années, les poissons d'eau douce du Canada arrivaient sur les marchés des villes de l'intérieur, comme Chicago, en meilleure condition que les espèces de mer. Cette différence dans la qualité a été en grande partie éliminée, grâce à des méthodes de transformation et de commercialisation améliorées (A. W. H. Needler, communication personnelle 1975).

Les prises commerciales d'espèces d'eau douce préférées à travers le Canada sont nettement plus faibles maintenant qu'elles ne l'étaient aux périodes de pointe des vingt dernières années (tableau 3). On peut résumer diverses évaluations inédites en affirmant qu'il n'existe présentement au Canada aucun stock d'importance nationale de poissons d'eau douce

TABLEAU 4. Valeur au débarquement des pêches d'eau douce canadiennes (extrait de Tomlinson 1973, p. 33) en millons de dollars.

Année	N.-B.	Qué.	Ont.	Man.	Sask.	Alb.	T.N.-O.	Total
1955	0.2	0.5	6.8	3.5	0.8	0.7	0.7	13.1
1960	0.2	0.5	5.0	3.9	1.4	1.2	0.7	12.8
1965	0.1	0.7	6.4	4.4	1.7	0.7	1.0	15.0
1966	0.1	0.6	6.0	4.8	1.7	0.8	0.8	14.9
1967	0.1	0.5	6.0	2.5	1.2	0.8	0.8	11.8
1968	0.1	0.5	6.0	3.3	1.4	0.9	0.8	13.0
1969	0.1	0.5	7.4	3.4	2.3	0.9	1.0	15.7
1970	0.2	0.4	6.5	2.2	2.1	0.8	1.1	13.2
1971	0.3	0.3	6.9	2.3	1.8	0.4	1.1	13.1
1972	0.2	0.5	8.1	4.1	1.6	0.5	0.8	15.8
1973	0.2	0.5	10.4	4.6	1.6	0.4	0.8	18.5

préférés qui ne sont pas utilisés, bien que quelques-uns soient présentement sous-exploités à cause des taux élevés de transport, de main-d'oeuvre locale, etc. Dans ces conditions et par comparaison avec les pêches commerciales, il est clairement justifiable de concentrer nos efforts sur l'efficacité de la production et sur la promotion du transport et de la commercialisation, ce pourquoi d'ailleurs la Société de commercialisation du poisson d'eau douce a été établie. Le centre d'activité de cette société, axé sur le nord-ouest de l'Ontario, les provinces des Prairies et les Territoires du Nord-Ouest, est lié à l'importance des pêches dans ces régions (tableau 4) et au fait que la plus grande partie des prises est exportée aux É.-U. Les petits producteurs non organisés peuvent s'attendre à de bas prix, surtout sur les marchés d'exportation.

On peut essayer de grouper les pêches d'eau douce suivant diverses perspectives régionales.

1) Chaque juridiction politique peut être considérée séparément; ces juridictions jouent en effet des rôles importants dans la gestion des pêches et parfois dans la recherche. Mais cette approche débouche souvent sur une considération des différences d'opinion légale et juridictionnelle (Thompson 1974) qu'il est préférable, pour le moment, d'ignorer dans la pratique jusqu'à ce qu'on ait réalisé une planification stratégique conjointe majeure et/ou un nettoyage constitutionnel (Thompson et Eddy 1973).

2) Du point de vue orientation des marchés, on peut considérer les besoins et les influences de divers marchés métropolitains majeurs, mais pour ce qui est des pêches d'eau douce au Canada, il y a eu fusion graduelle de ces marchés récemment (surtout la mégalopole Chicago-Buffalo).

3) Pour un écologiste, le point de vue traditionnel du géologue et du géographe est attrayant. Les caractéristiques dominantes sont le Bouclier laurentien, la Cordillière occidentale, les Grandes plaines, etc. Il est probable que les biologistes des pêches canadiens, en autant que leurs concepts des pêches d'eau douce sont à l'échelle nationale, adoptent un groupement

FIG. 1. Régions du Nord canadien telles que définies par Hamelin (1972a). Un indice VAPO donne une mesure de la nordicité (voir texte). Hamelin se base sur les valeurs numériques de l'indice pour placer les isolignes VAPO indiquées ici. Une carte plus récente, légèrement révisée, inclut Inuvik dans le Moyen-Nord (Hamelin 1972b).

de ce type (voir la série en 12 volumes, *The Illustrated Natural History of Canada*, publiée par McClelland).

4) Alternativement, le pays peut être divisé en zones selon leur degrée de « nordicité », comme le propose Hamelin (1972a, b) et comme l'indique la figure 1. L'indice VAPO, sigle pour « valeurs polaires » est fondé sur l'interprétation d'Hamelin des résultats de recherches arctiques. L'indice représente la contribution de 10 variables, chacune étant évaluée selon une échelle de 0 à 100 et recevant un même poids dans une simple addition. Ici, le point 0 signifie absence de nordicité ou anordicité et 1 000, nordicité

ultime. Les 10 critères tombent dans trois groupes. Le premier groupe, qui ne contient qu'un seul membre, est une variable de *lieu* très générale : la latitude. Le deuxième groupe contient cinq variables *naturelles* : chaleur estivale dépassant 6 C, froid annuel plus bas que 0 C, type de glace, précipitation totale et développement de la végétation. Le troisième groupe inclut quatre variables *humaines, culturelles* : accessibilité, nombre d'habitants, densité de la population et degré d'activité économique.

Il serait sans doute assez facile de trouver des défauts à l'indice VAPO dans le choix de variables spécifiques, le manque de pondération différentielle, la forme simpliste d'intégration — simple sommation, le manque de vérification objective, etc. Néanmoins, je considère l'indice intéressant et utile aux présentes fins, en partie parce qu'il a été développé en vue d'objectifs non liés aux pêches.

Pour les chercheurs qui considèrent l'approche physiographique traditionnelle comme étant plus significative, on peut adopter un compromis en utilisant une matrice dans laquelle un axe incorpore les zones traditionnelles et l'autre les zones d'Hamelin. Nous ne poussons pas plus avant cette suggestion.

Les proportions approximatives de la population canadienne habitant dans les zones d'Hamelin en 1966 ont été calculées comme suit : écoumène principal en dedans du Pré-Nord, 83%; Pré-Nord en dehors de l'écoumène principal, 16%; Moyen-Nord, 1%; Grand-Nord, 0.1%; Extrême-Nord, 0.001%.

a) Écoumène principal en dedans du Pré-Nord

Presque sans exceptions, les écosystèmes d'eau douce de l'écoumène principal ont été sévèrement éprouvés par l'une ou l'autre d'une dizaine de pratiques humaines ou anthropogènes défavorables aux espèces de poissons préférées (Loftus et Regier 1972; Larkin 1974; Harvey et Geen 1974). Au cours du siècle dernier, la pêche récréative s'est graduellement appropriée les ressources halieutiques au détriment de la pêche commerciale, pas tout à fait au même degré cependant que dans les régions avoisinantes des É.-U. Il se peut que cette tendance continue au Canada, de sorte que seulement les espèces de poisson les moins en faveur, sans valeur directe ou écologique pour la pêche sportive, seront accessibles à la pêche commerciale dans ces régions. On est d'avis que, dans l'ensemble, les prises domestiques de poisson dans l'écoumène sont négligeables, surtout si l'on inclut dans les prises de la pêche sportive les poissons de friture capturés par les propriétaires de chalets et les gens en villégiature.

En général, les scientifiques et les responsables de la gestion des pêches ont échoué à venir jusqu'ici dans leurs nombreux efforts visant à atténuer les effets des demandes directes et indirectes de l'homme sur les écosystèmes aquatiques de l'écoumène principal. On a souvent attaqué séparément les facteurs responsables de la détérioration des ressources halieutiques, et on n'a jamais eu suffisamment de ressources scientifiques et directoriales pour s'occuper de plus de deux ou trois de ces facteurs à la fois. Le cas du lac Érié n'est pas tellement hors de l'ordinaire (Loftus et Regier 1972). L'habitat et les ressources se sont détériorés au point de ne plus présenter grand intérêt ni pour les pêcheurs commerciaux ni pour les pêcheurs sportifs, avec quelques exceptions localisées. À peu près personne ne compte maintenant faire une bonne pêche dans l'écoumène principal; on n'est donc pas trop désappointé si l'on revient bredouille. Si la politique gouvernementale a été, tacitement, d'encourager les gens à ne plus s'attendre à de bonnes pêches dans ces régions, on peut dire qu'elle a assez bien réussi.

Il n'y a jamais eu au Canada, semble-t-il, de programme *concerté* de recherche et de développement en vue de préciser les conditions écologiques dans lesquelles les pêches, tant récréatives que commerciales, peuvent être accomodées dans les mêmes eaux, peut-être à l'avantage des deux dans certains cas.

Il se peut que la demande pour le poisson n'ait jamais été assez forte pour justifier une telle initiative. Peut-être aussi les organismes responsables ont-ils simplement manqué d'intérêt. Il y a dans les pêches du lac Nipissing de l'Ontario une anomalie intrigante qui n'a pas encore été signalée. Dans ce lac, la pêche commerciale rigoureusement contrôlée d'une espèce de choix, l'esturgeon, a continué de prospérer, alors que la pêche sportive exploite intensivement le doré et le brochet. En Alberta, divers plans d'eau sont gérés conjointement pour les pêcheurs sportifs et commerciaux, non toutefois sans conflits aboutissant à l'élimination graduelle d'entreprises commerciales (R. D. Paterson, communication personnelle 1975).

b) Pré-Nord au-delà de l'écoumène principal

La population humaine est beaucoup moins dense dans cette partie du Pré-Nord; par ailleurs, les deux parties combinées de la zone du Pré-Nord comprennent quelque 99% de la population du Canada. La majorité des terres arables les plus riches sont situées dans l'écoumène principal, et presque toute l'agriculture se trouve à l'intérieur du Pré-Nord, de même que la majeure partie des mines, des forêts et de la pêche (commerciale et récréative).

La majorité des Canadiens ne traversent que rarement, si jamais ils la traversent, la frontière septentrionale de la zone du Pré-Nord pour pénétrer dans le « vrai Nord ». Pour la plupart des pêcheurs sportifs, la marge septentrionale du Pré-Nord se rapproche suffisamment d'une nature vierge. Plusieurs milliers de lacs et de rivières se trouvent dans cette zone dans le Québec et l'Ontario, de même que de nombreux lacs de montagnes, plus spectaculaires, en Colombie-Britannique.

Il y a des centaines d'exceptions (Ryder et Johnson 1972), mais les eaux du Pré-Nord au-delà de l'écoumène principal n'ont pas été soumises à des abus aussi flagrants que celles de l'écoumène principal.

Au cours des récentes décennies, une des principales réponses des gouvernements aux demandes pour une meilleure pêche sportive au Canada a été de prolonger les routes et autres voies d'accès dans cette partie de la zone. Jusqu'à récemment, il fallait toujours très peu de justification politique ou rationnelle pour construire des routes, des aéroports, des ports et des canaux. Mais ceci commence à changer.

Un bon nombre de pêches commerciales de taille sont pratiquées ici, en particulier dans les Grands lacs supérieurs et dans les secteurs méridionaux, plus productifs, des lacs manitobains. De nombreuses pêches plus petites sont dispersées dans toute cette partie de la zone (pour l'Ontario, voir Adams et Kolenosky 1974), de même que quelques petites pêches familiales importantes pour les Indigènes. Les intérêts des pêcheurs à la ligne prédominent clairement dans tout le Pré-Nord, y compris l'écoumène principal. La pêche sportive n'a cependant pas encore éliminé complètement la pêche commerciale, sauf dans quelques régions localisées.

Portant sur la zone du Pré-Nord, d'autres études mentionnées plus haut nous intéressent directement ici : qualité de l'eau (Harvey 1976), revalorisation et redéveloppement des ressources (Loftus 1976), aquiculture (Pritchard 1976), pêches maritimes côtières (McCracken et Macdonald 1976). Les deux premières études sont particulièrement importantes dans toute discussion équilibrée des besoins en recherche pour les pêches des Grands lacs, la première et la troisième pour le Pré-Nord des provinces des Prairies, et toutes les quatre en ce qui a trait aux cours d'eau des côtes est et ouest.

c) Moyen-Nord

Hamelin considère la limite méridionale de cette zone comme étant le commencement du « vrai Nord ». Seulement 1% de la population du Canada habite au-delà de cette frontière.

Un certain nombre de pêches commerciales modérément grandes, quelques régions récréatives et de nombreuses pêches familiales se partagent la ressource halieutique. La bande de grands lacs bordant le Bouclier laurentien sont d'un intérêt primordial. Dès les débuts, les diverses pêches ont été gérées de façon à entrer rarement en conflit direct les unes avec les autres. C'est là une réalisation qui n'est pas sans signification, mais qui n'a jamais été publiée.

Les polémiques dont certains projets de développement ont été l'objet, tels que le pipe-line du MacKenzie, la construction d'un barrage et le détournement du nord de la rivière Manitoba, le développement hydro-électrique de la baie James par le gouvernement du Québec et les effets en aval près du lac Athabasca d'un barrage construit par la C.-B. sur la rivière de la Paix, ont été les événements les plus intéressants à se produire dans le Moyen-Nord au cours de la dernière décennie dans le domaine des pêches. En aucun cas, les intérêts halieutiques ont-ils déclenché une confrontation majeure avec les entrepreneurs de la vieille école. On est cependant venu à produire certains estimés des effets positifs et négatifs de ces développements sur les ressources halieutiques, et probablement à influencer à un degré mineur la décision finale.

Le Moyen-Nord est la zone de bataille principale entre les Indigènes qui veulent faire entendre leurs revendications au statut de « citoyens extra » et les entrepreneurs des métropoles ainsi que les groupes de puissance qui leur sont associés. Les deux parties conçoivent de façon bien différente la valeur à long terme des pêches et des autres ressources naturelles : pour les Indigènes, le poisson est simplement une partie essentielle de leur mode de vie traditionnel, alors que pour les entrepreneurs, les stocks détruits représentent tout au plus un regret passager; s'ils y sont forcés, ces derniers pourront consentir une compensation quelconque, souvent minime en fin de compte (Usher 1975).

Des groupes d'intérêts sociaux et écologiques de l'écoumène principal se sont alliés récemment aux populations indigènes du Moyen-Nord (Pimlott et al. 1973; Peterson 1975). Toute victoire majeure de ces forces alliées sera de bon augure pour les ressources halieutiques.

Les gouvernements responsables de la zone du Moyen-Nord ont cherché à aider les habitants à pratiquer la pêche commerciale et à adopter le métier de pourvoyeur pour les pêcheurs à la ligne, suivant les meilleurs méthodes applicables à l'écoumène principal. D'après certains observateurs, le résultat a été désastreux pour les Indigènes. Les entrepreneurs euro-canadiens qui réussissent bien, ne considèrent pas toujours ces régions nordiques comme leur domicile permanent et retournent éventuellement dans le sud avec leurs gains. Les initiatives de pêche se rapportant au Moyen-Nord ont donc échoué dans leur ensemble, du point de vue des intérêts des Indigènes du nord. On s'accorde en général sur ce point (Lewis et al. 1972; Topolniski 1974; Usher 1975).

d) Grand-Nord

Il y a beaucoup d'eau douce et quelques grands lacs dans cette région, mais ils sont tous plutôt inaccessibles. Les ressources halieutiques sont utilisées par les Indigènes, par quelques pourvoyeurs qui transportent en avion des pêcheurs à la recherche de trophées et par quelques entreprises commerciales mineures.

On a mis de l'avant certains estimés très approximatifs du rendement possible des pêches, qui n'apparaissent d'ailleurs pas dans la littérature scientifique.

À cause des basses températures et du peu de fertilité de plusieurs de ces eaux, on ne peut s'attendre à une production commerciale appréciable dans cette région. L'omble chevalier a une haute valeur unitaire mais un faible volume de production, ce qui lui donne une importance seulement très locale. On pourra peut-être mettre sur pied une modeste industrie de services récréatifs si les gouvernements peuvent trouver des alternatives viables aux initiatives antérieures qui ne réussissent pas présentement. Un ensemble récréatif attrayant pourrait être axé sur une connaissance plus étendue de la nordicité plutôt que simplement sur la pêche en quête de trophées.

G. Power (communication personnelle 1975) est d'avis que « la meilleure façon d'utiliser plusieurs de ces ressources est de mettre à la disposition du public une vacance du type safari ou expédition, comprenant canotage, tourisme à pied, pêche et chasse en saison, de même que vie primitive, dans le style indigène, et préparation et essai de quelques aliments de la région. Ce genre d'expédition, bien sûr, ne plairait pas à tous, car il exige de ceux qui y participent de renoncer à certains conforts matériels et à dépenser un peu d'énergie. Les Norvégiens, cependant, ont accompli beaucoup dans cette direction et ont développé un réseau de cabines touristiques dans les montagnes où les conditions sont très primitives, mais sont plus que compensées par la compagnie et le panorama. Une vacance dans les montagnes, utilisant les facilités touristiques de la Norvège, est une expérience inoubliable. »

e) Extrême-Nord

Cette région ne présente pratiquement aucun intérêt en ce qui a trait aux pêches d'eau douce. Les lacs ne sont libres de glace que durant quelques semaines par année, souvent pas du tout. L'omble chevalier de mer fraye dans quelques cours d'eau. Ces ressources devraient probablement être entièrement réservées aux Indigènes et aux quelques résidents euro-canadiens. Ces derniers causeraient sans doute des difficultés s'ils manquaient de conscience écologique quant au niveau d'utilisation que ces ressources peuvent accomoder.

Comme conclusion à cette section : Quel avantage y a-t-il à utiliser les zones d'Hamelin pour séparer les terres canadiennes, plutôt que les limites provinciales et juridictionnelles usuelles? À la suite de l'analyse précédente, il me semble que les caractéristiques économiques, écologiques, sociales et politiques du mélange de problèmes régionaux diffèrent davantage entre les zones contiguës de nordicité d'Hamelin au sein d'une juridiction qu'entre les juridictions politiques à l'intérieur d'une zone particulière. Le responsable de la gestion des pêches près de Schefferville, Québec, pourrait obtenir des conseils plus incisifs, plus généraux et plus utiles d'un collègue en poste à Uranium City, Saskatchewan, que d'un expert en problèmes de pêche à Frédéricton, Nouveau-Brunswick, même si la Saskatchewan est beaucoup plus loin. En Ontario, il y a relativement peu de chevauchement entre les problèmes de l'écoumène principal et ceux du Moyen-Nord. Si l'on accepte ce point de vue, un des rôles majeurs des directeurs de la recherche en pêcheries au gouvernement fédéral — réunir les chercheurs des diverses disciplines et juridictions qui étudient des problèmes semblables, identifier et clarifier les concepts et les modèles utiles, vérifier leur application générale, mettre en application une science qui a fait ses preuves — sera facilité s'il est organisé suivant les zones d'Hamelin.

Principales tendances culturelles et politiques

Dans leur travail sur les pêches des mers du plateau continental, Regier et McCracken (1975) reconnaissent une série de tendances majeures découlant de décisions innovatrices et fondamentales qui semblent avoir été prises tacitement en ces dernières années par la société canadienne. Deux tendances concernant les pêches des mers du plateau continental s'appliquent également ici (voir plus bas). Nous examinons plus bas six autres tendances particulièrement importantes pour les pêches d'eau douce. Ces six nouvelles tendances ne sont pas entièrement indépendantes des deux premières.

a) Le régime de gestion de propriété commune–libre accès–consentement volontaire est remplacé par une alternative plus pratique (Regier et McCracken 1975). De récentes initiatives (W. C. MacKenzie, communication personnelle 1975; Logie 1975) donnent à croire qu'une politique définitive a déjà été arrêtée. Les caractéristiques détaillées du nouveau régime ne sont pas encore claires.

b) Les pouvoirs centralisés situés dans l'écoumène métropolitain qui, pendant les siècles de domination des peuples européens au Canada, ont réclamé un tribut de l'arrière-pays, verront d'une façon ou d'une autre à ce que les populations de l'arrière-pays retirent de plus grands bénéfices (Regier et McCracken 1975).

c) Les droits aborigènes ou acquis par traités des Indigènes à une part plus grande du Canada que celle qu'on a voulu leur accorder jusqu'à maintenant seront reconnus, du moins en partie. Ce semble être leur intention d'appliquer les principes de conservation et de sage utilisation des ressources renouvelables dans leurs territoires. On ne sait pas encore très bien s'ils ont l'intention de faire appel à la sagesse du folklore ancien ou à une évaluation scientifique des ressources. Les deux méthodes d'approche sont présentement imparfaites.

Comme nous l'avons souligné plus haut, les efforts en vue d'inciter les Indigènes à jouer le rôle d'entrepreneur n'ont pas beaucoup réussi jusqu'à maintenant.

On pourra peut-être trouver des formes d'organisation plus appropriées qui leur permettraient de profiter davantage de ces ressources.

d) L'espoir qu'on avait de développer une industrie secondaire viable dans le Moyen- et le Grand-Nord semble s'être évefifl Le modèle typique d'une béatitude industrialisée atteinte à l'aide d'une technologie et de connaissances introduites de l'extérieur ne s'applique pas plus dans nos régions nordiques que dans les divers pays en voie de développement autour du monde. Des facteurs externes de cette nature semblent être des véhicules de domination par des pouvoirs d'en dehors. On a besoin d'un modèle alternatif pour démontrer comment des facteurs externes peuvent répondre aux besoins des populations. Il nous faut réaliser que le « développement » ne peut être que quantitativement inférieur, d'après les normes conventionnelles de rendement, dans les régions périphériques et dans les arrière-pays. Ce sont cependant les facteurs qualitatifs distinctifs d'importance sociale qui peuvent combler la différence, et ces facteurs ne peuvent se développer qu'en l'absence de domination par une élite venant du sud.

e) La tendance générale des récentes décennies, particulièrement évidente dans l'écoumène principal, a été le déplacement des pêches commerciales par les pêches récréatives. On semble croire que l'utilisation du poisson pour le sport engendre localement plus de richesses qu'une simple utilisation commerciale ou domestique. L'industrie de services qui en est résultée n'a pas prospéré autant qu'elle l'aurait pu.

On a décrit l'approche à la pêche sportive au Canada comme étant fondamentalement analogue à l'« article vendu à perte » pour attirer le consommateur. Le coût des permis de pêche ne représente pas une dépense appréciable pour les pêcheurs à la ligne. La perte encourue dans la location de la ressource halieutique sera plus que compensée par les taxes imposées sur le transport, le logement, la nourriture, l'engagement de guides et autres activités économiques associées à la pêche et au tourisme.

On discerne également une dimension temps par rapport à cet « article vendu à perte ». Les pourvoyeurs chargent des taux élevés, de $50 à $200 par jour, pour transporter et guider les pêcheurs en quête de trophées dans les lacs qui n'ont pratiquement jamais été pêchés. Sur une période de quelques années, la plupart des grands poissons sont enlevés. Mais les espérances des pêcheurs, une fois éveillées, ne sont pas facilement détruites; la pêche continue donc pendant quelques années avec la capture occasionnelle d'un poisson trophée. Étant donné que ces poissons, dans les eaux du nord, sont assez vieux (Johnson 1975), le retour d'un tel lac à la classe des trophées peut prendre beaucoup de temps. Entre temps, on n'a pas besoin des services de la population locale qui en était venue à dépendre du métier saisonnier de guide. Ce n'est sûrement pas là le moyen de développer une industrie de services viable.

Une solution à ce problème pourrait être une politique claire de la part des gouvernements impliqués de ne pas servir avant tout les « types en quête de trophées », mais plutôt d'attirer les gens intéressés à une connaissance plus grande de la « nordicité », même si les droits perçus sont moindres. On pourrait également essayer des programmes moins destructifs de prise et remise en liberté, « no-kill » ou « low-kill », dans un grand nombre de lacs et rivières où la pêche est bonne. Les responsables de la gestion des pêches au Canada sont en arrière de certains de leurs analogues au É.-U. sous ce rapport.

f) Il semble y avoir une tendance, parmi la fraternité des pêcheurs à la ligne nord-américains, de remplacer l'envie plutôt primitive et grossière de tuer les plus gros animaux ou le plus grand nombre, par une interaction, plus digne d'un sportif et plus amusante, avec le poisson et le gibier (Bryan 1973).

On trouve dans la littérature de nombreux comptes rendus des coutumes en vogue dans les clubs de pêche à l'achigan pendant les années 1890 dans les eaux de la baie Georgienne, de l'île Pelée et plusieurs autres. Les concours étaient chose commune : les pêcheurs tâchaient de capturer un maximum de poids en achigan dans un temps donné, disons 3 jours. Une bonne partie de la prise était inutilisée. Ce sont des pratiques comme celle-là qui ont conduit à l'établissement de limites de prise. On ne sait pas si ces « voraces de la pêche » ont joui d'un sport limité par législation. Les nouveaux règlements ont probablement servi à maintenir la ressource à des niveaux plus élevés que ceux qui auraient prévalu en l'absence de réglementation.

La pêche à la ligne comme sport compétitif a fait de nouveau son apparition aux É.-U. dernièrement, et elle est présentement l'objet d'une étude critique (Stroud 1975). On signale également d'occasionnels concours de pêche au Canada, e.g. celui de Port Credit, Ontario, en septembre 1975.

Certains pêcheurs à la ligne qui fréquentent les lacs septentrionaux semblent parfois se conduire de la même façon que les participants à des concours de pêche. Il est à espérer que cet anachronisme politiquement indésirable sera rapidement éliminé pendant qu'il reste encore quelques grands poissons dans le nord. On devrait peut-être limiter des tournois de ce genre aux lacs à perchaude, carpe et crapet de l'écoumène principal.

De plus en plus, bien des gens visitent les endroits où ils peuvent observer les poissons directement. D'autres apprennent la plongée avec snorchel et la plongée en scaphandre autonome leur permettant de rendre visite aux poissons dans leur propre habitat. Cette forme d'« utilisation de la ressource » peut être développée davantage sans grande répercussion sur la ressource.

Les « taudis » écologiques pollués et pêchés à l'excès attireront peu de visiteurs, mais la chance de rencontrer un brochet de 5 kg parmi les branches d'une hutte de castor dans un lac clair en attirera quelques-uns.

g) Il ne faut pas sacrifier les ressources renouvelables au profit de développements industriels tels que barrages, installations hydro-électriques, rejet de mines, déversement d'égouts, etc. « En autant que la chose est pratique » est la stipulation usuelle accompagnant les restrictions imposées à ces projets. L'idée qu'on se fait de ce qui est pratique a évolué de façon notable ces dernières années. Il est maintenant généralement admis que les analyses économiques à court terme incorporant des taux d'escompte sociaux élevés sont grossièrement trompeuses en ce qui concerne les ressources renouvelables pour la société en général. On n'a pas encore développé de modèle fiable pour une comptabilité explicite plus complète. Jusqu'à récemment, chaque projet de développement majeur ne pouvait être « évalué » que dans les cadres d'un processus politique de confrontation, long et coûteux, entre les proposeurs (comprenant souvent le gouvernement) et des groupes d'action de citoyens (Vincent 1975). Un processus de planification collégiale plus ordonné est présentement dans ses premières phases d'application (Logie 1975).

Le processus d'évaluation d'impact utilisé récemment au Canada a été emprunté en partie du programme d'urgence établi aux É.-U. après la mise en vigueur de leur National Environmental Protection Act de 1969. Il est maintenant difficile de trouver des scientifiques prêts à défendre le modus operandi de telles « évaluations d'impact ». Les récentes initiatives (Logie 1975) sont nettement meilleures. Entre temps, le système américain se transforme graduellement lui aussi.

h) La planification régionale d'ensemble fait son chemin petit à petit au Canada. L'expérience de plusieurs décennies de la Saskatchewan n'a pas encore eu beaucoup d'effet sur les responsables de la gestion des pêches. Dans les cadres du programme de conservation de l'Ontario (Richardson 1974), les bassins hydrographiques incorporés à ce jour sont en grande partie dans les limites de l'écoumène principal; les usagers des ressources halieutiques en ont bénéficié dans certains cas. D'autres régions particulières ont été soumises à une « analyse systémique » et/ou à une planification spéciales, à un coup. Bien souvent ces études ne sont pas plus qu'une compilation et un résumé de données assorties (Walters 1975a; Peterman 1975).

La planification régionale est maintenant acceptable aux partis politiques du Canada, en dépit de démonstrations politiques peu sincères à l'effet du contraire. Les concepts et la méthodologie se développent rapidement, et les praticiens semi-spécialistes abondent au pays. Plusieurs universités ont ensemble formé des centaines de planificateurs au niveau du baccalauréat durant la dernière décennie. Il semble probable qu'une grande partie de la planification et de la gestion des ressources halieutiques d'eau douce se produira au sein d'organismes de planification et de gestion régionales en voie de formation.

État de la science

Le Canada a une tradition d'un siècle dans l'étude scientifique des poissons, des pêches et des systèmes aquatiques. La littérature est volumineuse. Plusieurs publications couvrent divers aspects de son histoire (Huntsman 1932; Fry et Legendre 1963; Dymond 1961, 1964; Larkin et al. 1970; Pimlott et al. 1971; Loftus et Regier 1972; MacCrimmon et al. 1974; Harvey et Geen 1974; Ricker 1975a; Kerr 1976). Rien de semblable à une revue historique complète n'a toutefois jamais été entrepris; la tâche aurait été formidable. Nous avons eu d'illustres chercheurs dans le domaine des pêches et des sciences aquatiques; quelques-uns ont péché par excès de modestie. Nous n'avons pas à l'heure actuelle une idée précise des concepts et des raisons qui ont été à l'origine de la science des pêches d'eau douce au Canada. On ne peut évidemment pas entreprendre une analyse de l'état actuel de la science à partir d'un ferme consensus de notre histoire, car même le fondement analytique d'un consensus manque encore.

De toute façon, une telle approche, même si elle était accessible, pourrait induire en erreur. On a des preuves presque quotidiennes que le quatrième quart de siècle sera très différent du troisième, beaucoup plus en fait que le troisième quart ne différait du deuxième. De quelle façon notre science récente peut-elle s'appliquer aux conjectures décrites à la section D concernant les principales tendances culturelles et politiques?

J'ai lu plusieurs articles récents; participé à je ne sais plus combien de colloques, conférences, ateliers, séminaires, groupes de discussion, équipes de travail et revues de sites; j'ai enfin interviewé plusieurs collègues sur leurs activités courantes. J'ai ensuite tenté d'évaluer les événements récents à la lumière de la section D ci-dessus. Il semble bien qu'il n'y ait pas rareté d'idées intéressantes et d'initiatives scientifiques concernant les aspects technologiques, écologiques, économiques, sociaux et politiques des pêches d'eau douce au Canada. La récente confusion dans les procédures d'organisation et de financement de la recherche en pêcheries au Canada (Regier et McCracken 1975) n'a pas encore mis le processus d'innovation scientifique en perte de vitesse. Il est même concevable qu'en fin de compte, la créativité ait été stimulée, non toutefois sans pertes de ressources humaines. Si le chaos se prolonge, il causera des pertes supplémentaires dans les rangs des scientifiques des pêches, et le stimulus est déjà disparu.

La taxonomie, l'histoire naturelle et la distribution des espèces et des principales sous-espèces de poissons d'eau douce d'intérêt commercial ou sportif sont bien connues (McPhail et Lindsey 1970; Scott et Crossman 1973), ce qui n'est pas le cas pour certaines autres espèces (Power 1974). Il n'y a pas encore eu d'effort concerté en vue d'identifier, pour des fins de gestion spéciales, des formes locales génétiquement distinctes (Behnke 1972).

L'écologie des pêches d'eau douce canadiennes des récentes décennies a été en grande partie étudiée dans les cadres d'initiatives séparées ou conjointes, commençant avec les années 1930, de D. S. Rawson, W. E. Ricker, F. E. J. Fry et R. B. Miller. Rawson a étudié les lacs comme écosystèmes entiers (Larkin 1974, p. 51), Ricker les populations de poissons démontrant une capacité d'auto-régulation (Ricker 1975b), Fry les organismes réagissant et s'adaptant aux facteurs du milieu (Fry 1971; Kerr 1976), et Miller l'écologie des parasites du grand corégone (Miller 1952). Tous ont également fait un excellent travail sur d'autres aspects de la biologie. Chacun découvrit des relations empiriques quantitatives entre d'importantes variables caractéristiques des systèmes qu'il étudiait et aida à mettre en marche les analyses et les essais permettant de clarifier des mécanismes causals donnant naissance aux observations. Plusieurs écologistes de deuxième et de troisième générations utilisent des concepts dont le transfert dans la pratique a cependant été effectué par morceaux et au petit bonheur.

Comme prolongement du travail de Rawson, plusieurs études limnologiques ont été entreprises sur les lacs et les cours d'eau canadiens (e.g. Hynes 1970; Reinelt et al. 1973; Harvey et Geen 1974; Brinkhurst 1974; Dillon et Rigler 1975). Les chercheurs en pêcheries n'ont que relativement peu utilisé directement ces travaux dans la poursuite de leur recherche et de leur gestion.

On a accordé beaucoup d'attention aux efforts du génie en vue de réduire les effets adverses des barrages sur les stocks anadromes ou autres (Clay 1962). Il reste encore bien des problèmes importants à résoudre avec des travaux de génie de divers types (Geen 1974; Efford 1975). Les travaux portant sur des problèmes semblables dans des situations semblables, en URSS par exemple, ont reçu peu d'attention.

Les travaux socio-économiques de S. Sinclair et de ses collègues (Sinclair 1960) ont conduit à une limitation des permis de pêche comme alternative au régime antérieur peu pratique de propriété commune – libre accès – consentement volontaire (Campbell 1973). Les travaux sur les pêches canadiennes par les économistes et autres étudiants des problèmes sociaux sont très peu connus des chercheurs en pêcheries, en partie à cause d'un manque de media appropriés pour la publication.

On n'a pas encore pleinement évalué deux expériences de gestion pratique commencées il y a plusieurs décennies (Harkness et Fry 1942). W. J. K. Harkness avait pris des dispositions pour que toute pêche soit interdite dans certains lacs du parc Algonquin de l'Ontario à tous les 2 ans ou pendant 2 ans sur 3. Les périodes de fermeture auraient permis aux populations de salmonidés vulnérables de se remettre de la pression exercée par la pêche.

La seconde initiative de gestion utilisa le travail de Rawson (1955), poussé plus avant par Ryder (1965), comme base de l'établissement de contingents de prises annuelles dans les lacs septentrionaux. Bien que cette approche ait retenu l'attention du monde entier (Henderson et al. 1973), l'expérience canadienne n'a pas encore été évaluée.

Les peuplements de poissons, l'amélioration de l'habitat, le contrôle des parasites et des prédateurs et autres programmes que l'on considérait jadis comme essentiels à la gestion des pêches d'eau douce apparaissent peu maintenant dans les publications scientifiques. Ces programmes étaient peut-être utiles pour un « réglage précis » dans des systèmes aquatiques assez stables, mais leur pouvoir de réglage a pu simplement avoir été englouti par les attaques massives récentes d'une société industrielle. L'avènement d'un régime plus civilisé peut les rendre de nouveau utiles.

Les besoins de réhabilitation et de restauration (Loftus 1976) peuvent être tels que certaines façons de penser et d'agir des jours passés seront de nouveau applicables.

Ces briefs tableaux de scientifiques et de quelques travaux découlant de débuts d'il y a plusieurs décennies nous donnent une idée de la profondeur des traditions canadiennes dans le domaine des pêches d'eau douce. Il est regrettable que plusieurs innovations intéressantes et prometteuses lancées il y a plusieurs décennies n'aient pas encore été évaluées avec soin et publiées.

Aucun chercheur canadien n'a évidemment travaillé dans une tour d'ivoire nationale. Chacun a été sans doute stimulé autant, sinon plus, par les prédécesseurs ou des collègues d'autres pays que par d'autres Canadiens. On a toujours maintenu des liens étroits, dans un esprit de collaboration, avec les chercheurs des É.-U. Mais je partage l'opinion de Margalef (1968) que la science écologique est jusqu'à un certain point conditionnée localement. Aux fins de la présente étude, nous sommes donc justifié de mettre l'accent sur le Canada.

Récentes initiatives en recherche

Le contenu de cette section frise la spéculation. Qui en effet peut dès maintenant identifier les scientifiques dont les travaux courants feront école? D'autres, engagés dans la planification et la revue scientifiques,

peuvent fort bien s'arrêter sur des séries différentes des 11 énumérées plus bas. Quelques-unes de ces séries pourraient être présentées comme variations sur des thèmes élaborés plus haut. C'est à dessein que nous avons passé sous silence certaines initiatives mentionnées dans d'autres études présentement effectuées sous les auspices de l'ORP. Il se peut que j'en aie simplement oublié d'autres encore. Il ne faudrait toutefois pas que ces lacunes nous détournent du point principal : face à toutes ces initiatives, le progrès vers une vérification efficace et un transfert dans la pratique dépend maintenant de décisions appropriées concernant l'organisation et le financement. Il y a abondance d'idées et de méthodes scientifiques à demi-élaborées et intéressantes.

a) Au niveau de l'organisation des populations de poissons, un des modèles qui a attiré beaucoup d'attention, en particulier dans le cas de certaines pêcheries maritimes, établit la relation entre le niveau des prises et celui de l'effort de pêche. Ces variables peuvent toutes deux être calibrées en termes biologiques ou économiques. Le mécanisme prise-effort peut donc être incorporé dans un modèle plus général du fonctionnement du système écologique dans lequel l'espèce se trouve, ou du fonctionnement du système économique dans lequel la prise est inscrite comme entrée et l'effort comme sortie. L'avènement de l'ordinateur a rendu cette approche très populaire auprès des chercheurs (Framingham et al. 1974; Gislason et al. 1974). Elle n'a cependant pas encore fourni beaucoup de conseils pratiques aux responsables de la gestion. Pour ce qui est des pêches dispersées qui ne peuvent être gérées sur la base de populations individuelles, l'approche entrées-sorties par région développée par Leontieff peut s'avérer utile (Isard 1972; Czamaski 1972), mais elle est plutôt dispendieuse.

b) Le Programme biologique international (PBI) de l'Unesco des années 1960 a donné une forte impulsion à la simulation dynamique des processus d'écosystèmes, tels que le flux énergétique et le cycle des matériaux. Une bonne partie de ces travaux ont été entrepris sans qu'on ait formé d'hypothèse explicite sur les mécanismes de l'écosystème étudié et ne furent donc pas centrés sur une théorie. Les espèces linnéennes étant considérées comme unités élémentaires (cf. Balon 1975), les modèles devinrent excessivement complexes. Pour ce qui est des aspects d'eau douce du PBI, les travaux n'ont pas beaucoup dépassé l'examen de la méthodologie de l'échantillonnage, des mesures et de la simulation (Walters 1975b). On peut dire qu'à ce jour, la contribution majeure du PBI en eau douce a été de permettre aux spécialistes de la dynamique de taxons particuliers de se familiariser avec les concepts et les méthodes de collègues spécialisés dans d'autres taxons. Comme divers collaborateurs s'en sont rendus compte dès les débuts du PBI, on ne pouvait s'attendre qu'une telle approche ait conduit directement à des concepts généraux de dynamique des écosystèmes.

c) Par contraste avec les études de simulation d'écosystèmes, qui traitèrent au début chaque écosystème comme étant séparé et unique, on a tenté de comparer des séries chronologiques de données provenant de communautés quelque peu semblables afin de découvrir des hypothèses sur la réponse et la récupération de ces communautés devant certains facteurs et contraintes d'origine naturelle ou anthropogénique (Loftus et Regier 1972; Beamish et Harvey 1972). Le colloque sur les SCOL (« salmonid communities in oligotrophic lakes ») s'est concentré sur les communautés de salmonidés dans les lacs oligotrophes de l'hémisphère nord. On se propose de tenir un colloque semblable (PERCIS) en 1976 sur les communautés de percidés (P. J. Colby communication personnelle 1975).

Ces deux initiatives, SCOL et PERCIS, voulaient d'abord découvrir des hypothèses utiles et des modèles qualitatifs au niveau d'organisation de la communauté et de l'écosystème. Se basant sur la logique d'une « approche systémique générale » (Laszlo 1972), les organisateurs étaient d'avis qu'il serait à peu près impossible de déduire des modèles généraux et pratiques d'écosystèmes complexes à partir de la dynamique de populations individuelles, de modèles de leurs interactions distinctes, et ainsi de suite, si l'on n'avait pas au départ une hypothèse englobant le système entier. La méthode d'approche de bas en haut poursuivie isolément engendre un volume considérable de travail pour les scientifiques et les ordinateurs, mais donne peu d'idées sur les applications pratiques (Regier 1974a). Au lieu de cela, il serait beaucoup plus profitable d'utiliser un échantillonnage écologique et des programmes machine dispendieux pour vérifier et modifier les hypothèses engendrées par l'examen d'événements à de plus hauts paliers d'organisation.

d) On a développé en ateliers de travail des modèles approximatifs assez généraux concernant certaines questions de ressources renouvelables canadiennes (Walters 1975a). Peterman (1975) a élaboré des modèles simulant les montaisons et les captures de plusieurs espèces de saumons dans le but d'étudier des questions (analogues à hypothèses) importantes pour les responsables des décisions. Il serait possible en quelques années de réunir dans un contexte de planification pratique des modèles écologiques de systèmes entiers, des problèmes de gestion clairement formulés, des méthodologies raffinées de gestion et d'échantillonnage de données (voir ci-dessous) et des m⁴thodes efficaces de simulation sur ordinateur, pourvu qu'on obtienne des cadres supérieurs un engagement approprié.

e) À venir jusqu'ici, les scientifiques des pêches ont tous, à quelques exceptions près, étudié différentes masses d'eau comme si elles étaient tout à fait seules en leur genre. Naturellement, chaque masse d'eau

diffère de quelque façon de toutes les autres, mais cela est également vrai de toutes les autres entités qui intéressent une personne pratique. C'est en ignorant les différences qui, à prime abord, sont secondaires et en se concentrant sur les ressemblances fondamentales que le scientifique progresse.

On a mis au point des méthodes objectives permettant de classer les systèmes en différentes séries et d'établir à l'échelle le degré de différence entre les séries (Clifford et Stephenson 1975). En outre, les concepts systémiques peuvent s'avérer utiles. On pourra, par ces moyens, identifier les homologues à petite échelle de systèmes plus grands. Comme les coûts de la recherche, côté logistique, montent rapidement à mesure qu'augmente l'étendue géographique des systèmes, il peut être souvent économiquement plus avantageux d'étudier des homologues plus petits et de découvrir des hypothèses vérifiables de systèmes plus grands. C'est ainsi par exemple qu'on peut se servir de petits lacs comme substituts des Grands lacs, et ceux-ci comme substituts de certaines mers. Mais il faut tout d'abord examiner objectivement le degré de similarité et en décider jusqu'à un certain point, avant de choisir un système particulier comme substitut d'un autre.

f) Dans le cas de la grande majorité des lacs canadiens une simulation dynamique détaillée ne sera jamais justifiée, à cause du coût initial relativement élevé de l'approche. (Dans certains cas cependant, comme ceux de développements majeurs, le besoin d'une compréhension raffinée peut justifier ce qui semblerait par ailleurs un coût excessif.) Peu d'analyses de prises par unité d'effort axées sur la population seront possibles. Par contre, les indices fondés sur une large compréhension écologique des écosystèmes, des communautés et des populations trouveront une application utile (Ryder et al. 1974; Regier et al. 1975). Comme point de départ, il est important de bien comprendre les propriétés d'écosystèmes aquatiques inexploités et libres de contraintes (Johnson 1975). Après avoir tenté de généraliser à partir de diverses études sur les populations de grands corégones et de touladis (Healey 1975a, b) on devrait examiner soigneusement l'approche connexe d'Abrosov (1969). On aurait dû il y a longtemps pousser plus avant, à des fins d'analyses régionales (Capel et Ross 1973), l'extension et l'application des initiatives de Rawson par Northcote et Larkin (1956) et Ryder (1965).

Ces efforts en vue de trouver des mesures et des indices pratiques en rapport avec les problèmes d'échantillonnage et avec l'état de la ressource, tant potentielle que réelle, devraient être considérés comme touchant et la science et l'application pratique, et devraient intéresser directement ceux qui sont chargés de maintenir un système d'information étendu.

g) Au-delà du champ limité de l'écologie de ressources halieutiques, les scientifiques étudiant l'écologie aquatique ont adopté un certain nombre d'approches alternatives. Au palier de la communauté et de l'écosystème, Regier et al. (1975) identifient une vingtaine de variétés d'initiatives. Moins de la moitié de ces concepts ont été examinés en vue d'une application possible aux problèmes de pêches du Canada. Il se peut qu'une recherche plus systématique de ce qui est disponible et potentiellement applicable s'avère féconde en résultats compte tenu des coûts.

h) On est en train de développer en Ontario un système d'information sur les pêches (OFIS, « Ontario Fisheries Information Service »). Il est conçu pour répondre au besoin d'une approche équilibrée à la compréhension scientifique (voir ci-dessous) et à celui des programmes en cours. On reconnaît à juste titre que le développement d'un système d'information est également une entreprise de recherche raffinée.

Les données introduites dans les banques de données et dans les simulations sur ordinateur, sur lesquelles sont fondées les décisions de la gérance devraient être conformes à certaines normes statistiques. Cela veut dire en pratique que les programmes d'échantillonnage doivent être conçus avec beaucoup de soin. Un point important se rapporte aux caractéristiques d'échantillonnage des engins. Pour ce qui est des inventaires et des évaluations, il serait très utile de pouvoir spécifier quantitativement dans leurs grandes lignes les importantes propriétés d'échantillonnage, pour ensuite les étalonner localement. Le mécanisme de « sélectivité des engins » est généralement assez bien connu (Hamley 1975), mais on sent le besoin de plus de recherche en vue de préciser certaines caractéristiques particulières. Comme résultat, on développera des engins et des protocoles d'échantillonnage uniformes, ce qui devrait rehausser considérablement la fiabilité des données entrant dans les études théoriques et pratiques sur les pêches.

En rapport avec la conception de l'échantillonnage, les méthodes employées par Bazigos (1974) pour des pêches africaines grandement éparpillées devraient être d'un intérêt particulier dans l'arrière-pays canadien. À l'aide de concepts raffinés sur la stratification, l'emboîtement et des tests de fiabilité, Bazigos a développé des méthodes en gradins ne requérant que très peu de connaissances statistiques avancées de la part des techniciens sur le terrain, qui ont souvent peu d'instruction. Les programmes d'échantillonnage présentement en usage dans certaines parties du Canada semblent inadéquats et fort dispendieux comparativement à ceux employés par Bazigos.

i) En ce qui concerne la réglementation des pêches, la sorte et le degré de contrôle nécessaires et suffisants est une question qui n'a pas encore été étudiée directement. Les responsables de la gestion des pêches semblent partager l'opinion que deux ou trois règlements se renforçant mutuellement doivent être en

place et appliqués en même temps si l'on veut atteindre un contrôle adéquat. Il existe plusieurs formes de contrôle : permis, entrée limitée, interdiction d'engins trop efficaces ou destructeurs, contingents ou limites de prise, limites de taille, temps prohibés, lieux prohibés, etc. Il faudrait analyser un siècle d'expérience avec ces diverses options, examiner les besoins futurs qui émergent et établir des lignes directrices soigneusement étayées. Le travail théorique d'Ostrom et Ostrom (1971) est un début qui ne manque pas d'intriguer.

On consacre des sommes considérables à l'application des règlements de pêche. Dans certaines juridictions, les officiers de protection, ou les garde-pêche et garde-chasse sont un corps semi-autonome plutôt mal intégré avec les scientifiques et les responsables de la gestion en ce qui concerne les politiques et les programmes. Avec la réforme majeure qui se produit présentement au Canada en matière d'environnement et de ressources, quelle sera le nouveau rôle des officiers de protection? Les scientifiques des problèmes sociaux ne semblent pas avoir étudié cette question.

j) Les peuples du nord du Canada, en particulier les Indigènes, semblent prêts à se libérer de leur condition de peuple dépendant et exploité. Plusieurs spécialistes des problèmes sociaux ont étudié la répercussion du développement économique et industriel occidental conventionnel sur les sociétés traditionnelles du monde en voie de développement. Bien des gens perceptifs dans les pays pauvres essayent sûrement de trouver des alternatives viables, — en vue de lutter contre la pauvreté, la faim, les maladies et les demandes d'une population croissante, moins dommageables aux valeurs culturelles qui leur sont chères.

Les chercheurs canadiens étudient ces problèmes dans les pays du Tiers et du Quatrième monde sous l'égide du Centre de recherches pour le développement international, des organismes des Nations Unies et d'organisations non gouvernementales. Les Territoires du Nord-Ouest et le Soudan, par exemple, peuvent être étrangement semblables sous bien des rapports. Certaines implications pour la gestion des pêches, par exemple, peuvent ressortir assez clairement d'une telle comparaison.

k) On entreprend présentement des recherches à perspectives transdisciplinaires et dans des contextes dépassant les bornes des disciplines conventionnelles, telles que la biologie, l'économique, la géologie et l'hydrologie. *Transdisciplinaire* ne veut pas dire ici manque de discipline; divers types de disciplines sont essentielles au progrès scientifique. On veut plutôt dire qu'on est à la recherche d'un paradigme plus étendu et plus pertinent que celui fourni présentement par les disciplines conventionnelles.

Les propositions mises de l'avant en vue d'une telle approche transdisciplinaire incluent les suivantes :

i) Jantsch (1972) suggère que soit explicitement formulé un réseau conceptuel et étendu de cadres de direction, et que ce réseau soit utilisé pour examiner les événements en vue d'identifier les problèmes non résolus ou émergents, pour ensuite mobiliser des spécialistes et leur confier la tâche de résoudre ces problèmes. Le réseau lui-même représente un concept et un cadre transdisciplinaires (Pritchard 1976). Chevalier et Burns (1975), et Fox (1975) mettent l'accent sur le « processus » plutôt que sur la « structure », mais leurs recommandations sont en accord avec celles de Jantsch (1972). Dans l'expectative de crises majeures, il serait bon d'avoir une forme quelconque de « plan de survie » (Bella et Overton 1972; F.K. Hare 1975, communication personnelle). Toutes ces alternatives sont essentiellement *transdisciplinaires*.

ii) Considérant le monde du point de vue d'un système général (Laszlo 1972), on peut concevoir les structures, processus, phénomènes et événements naturels et sociaux comme composants de systèmes hiérarchiques d'une complexité plus ou moins ordonnée. On pourra découvrir des sous-systèmes doués d'une auto-régulation interne appréciable. De tels sous-systèmes, de même que l'ultime système global possèdent en commun certaines propriétés caractéristiques de notre habitat terrestre. Avec ce genre d'approche, tous les aspects des réalités naturelles et sociales peuvent être perçues comme variations sur ce thème.

iii) Une troisième approche, un peu plus prosaïque que celles esquissées plus haut, est tacitement à la base des travaux « interdisciplinaires » des récentes décennies et ne vient pas à l'encontre des deux suggestions mentionnées ci-dessus. Regier et al. (1974) suggèrent qu'on cherche sérieusement des points communs parmi les disciplines conventionnelles. Ces points communs sont cachés sous une croûte de terminologie spécialisée et de jargon détaillé, qui doit être enlevée avant de pouvoir découvrir un noyau commun.

Une façon efficace de s'y prendre pour obtenir un paradigme nouveau et plus étendu serait de travailler dans les cadres d'un « triangle » dont les trois sommets sont (i) le réseau généralisé de planificateurs ou de cadres de direction mentionné plus haut, (ii) un aperçu général du système et (iii) les points possédés en commun par les disciplines conventionnelles. Si cette approche, appliquée aux ressources renouvelables et aux choses de l'environnement, réussit, elle pourrait fort bien nous fournir le paradigme d'une nouvelle discipline dont on a tant besoin présentement.

D'une façon pragmatique mais conforme à ce qui précède, le Programme de l'homme et la biosphère (HEB) de l'UNESCO stimule les travaux interdisciplinaires sur les problèmes aquatiques au niveau d'organisation des bassins hydrographiques. La méthodologie d'analyse systémique recommandée par le HEB n'aura pas de résultats pratiques si on l'applique

à l'aveuglette en l'absence d'une hypothèse générale sur les mécanismes du système à analyser. Cette hypothèse devrait être formulée dans un contexte transdisciplinaire au moins dans un des trois aspects mentionnés plus haut. La contribution du Canada au Programme HEB se fait dans ce sens. Si ces tentatives réussissent, les nouvelles connaissances et concepts devraient donc être transférés dans la pratique de façon à s'appliquer, entre autres, aux pêches d'eau douce. De plus en plus, l'aspect pratique de ces travaux sera le domaine des groupes régionaux transdisciplinaires de planification et de prise de décision.

Ce sont là seulement quelques-unes des récentes initiatives susceptibles de contribuer beaucoup à la science des pêches d'eau douce au cours des une ou deux prochaines décennies.

Que faire alors?

Les aspects détaillés de l'organisation et de la juridiction de la recherche halieutique n'entrent pas dans les cadres de cette étude. Mais on ne peut parler de science et de recherche sans toucher à ces aspects, du moins implicitement. Pour préciser toutefois, nous esquissons dans ses grandes lignes la façon dont la recherche sur les pêches d'eau douce s'organise présentement au Canada.

On reconnaît cinq centres stratégiques situés respectivement à Vancouver, Winnipeg, Toronto, Montréal, et St. Andrews. Dans presque tous les cas, il s'est formé un réseau local, sans caractère officiel mais assez efficace, parmi les scientifiques des pêches affiliés aux organismes fédéraux et provinciaux, aux institutions universitaires et aux entreprises privées de recherche et de consultation.

Bien que dominé par des biologistes et des ingénieurs travaillant sur le saumon, le réseau de Vancouver a fait des progrès notables dans l'organisation d'une recherche interdisciplinaire en rapport avec les grands développements et la planification régionale. Le réseau de Winnipeg apporte depuis plusieurs décennies une importante contribution en économique et surmonte avec succès les nombreuses difficultés de logistique que présentent des ressources éparpillées sur une vaste superficie du Nord. Le réseau de Toronto fonctionne depuis un siècle, mais il a conservé sa vocation surtout biologique et limnologique imposée par les nombreuses demandes écologiques associées à un dense écoumène: les travaux de H. A. Innis et autres historiens eurent peu d'influence sur les chercheurs en pêcheries canadiens. Le réseau de Montréal fait oeuvre de pionnier, en grande partie en biologie, dans un arrière-pays lointain et difficile. Le réseau de St. Andrews est d'origine récente; il était jadis un avant-poste du réseau de Toronto. On n'est pas sûr si le composant eau douce de ce réseau s'élargira pour inclure la planification régionale ou continuera de se limiter au saumon. On se demande si le groupe francophone en voie de formation dans le Québec sous les auspices du gouvernement fédéral constituera un réseau séparé de celui qui existe présentement à Montréal et si, dans l'affirmative, ce dernier disparaîtra? Les défis que posent les répercussions du développement des sables bitumineux et du charbon des avant-monts aboutiront-ils à la création d'un nouveau centre stratégique en pêcheries dans la région Edmonton–Calgary?

Le point que nous voulons faire ressortir ici est qu'il existe cinq noyaux de recherche occupant des endroits stratégiques en ce qui concerne les pêches d'eau douce canadiennes, et il est possible que d'ici une dizaine d'années, il en soit créé deux autres. Ces centres ont évolué dans des directions quelque peu différentes et comme groupe (avec les chercheurs qui ne sont pas étroitement associés aux centres) constituent un potentiel de recherche impressionnant. Les réseaux de Vancouver, Winnipeg et Toronto ont clairement atteint une « masse critique » permettant à une recherche interdisciplinaire de haut calibre d'émerger, pourvu qu'on leur donne un encouragement approprié. On ne sait pas à l'heure actuelle s'il y en aura un, deux ou trois qui réussiront à percer dans le Québec et les Maritimes. J'estime qu'il y en aura deux dans une décennie. Les pêches peuvent s'avérer d'un intérêt périphérique en Alberta, et il est possible que le réseau accorde la priorité à d'autres ressources.

La plupart des conclusions énoncées dans le travail de Regier et McCracken (1975) sur les pêches du plateau continental s'appliquent également aux pêches d'eau douce. La seule exception évidente est qu'on n'a pas pour le moment de grands navires de recherches pour les études en eau douce. Il n'est pas nécessaire de reprendre en détail ici les autres conclusions; qu'il nous suffise de les énumérer et d'en interpréter un certain nombre selon la situation qui prévaut en eau douce. Elles sont toutes importantes, et la liste ne suit pas d'ordre de priorités.

1. Priorité de la cartographie : Consolider à l'intérieur de bibliothèques régionales et mettre périodiquement à date l'information sur le nombre d'espèces préférées, leur rendement potentiel et les récoltes réelles, la capacité de récolte et les quantités socio-économiques qui s'y rattachent.

2. Priorité du contrôle continu : Dans les bureaux de pêcheries régionaux, consolider et maintenir toujours disponibles des séries de données continues sur les facteurs écologiques, économiques et sociaux considérés comme importants pour rendre compte des programmes et planifier pour l'avenir. Le système d'information sur les pêches de l'Ontario, présentement en voie de formation, peut être un exemple à suivre.

3. Priorité des protocoles de gestion et de récolte : Consolider régionalement le personnel scientifique et de support nécessaire au calcul des contingents, ou

prises totales admissibles, et à la détermination des genres de protocoles de gestion et de récolte visant à atteindre des objectifs régionaux ou locaux.

4. Priorité de la synthèse et de la modélisation : Ayant à l'esprit une science transdisciplinaire applicable aux ressources, développer une capacité de modélisation permettant de comprendre, de simuler et d'expliquer les principaux événements et processus naturels et dûs à l'homme. Les réseaux de Toronto, Winnipeg et Vancouver ont presque atteint un stade de développement scientifique où une modélisation à grande échelle pourrait être entreprise.

5. Priorité d'une gestion expérimentale rendue plus facile : Les programmes et les infrastructures des organismes qu'on est en train de développer pour remplacer le régime désuet de « propriété commune – accès libre – consentement volontaire » devront incorporer dans leurs cadres une capacité d'expérimentation planifiée et pratique. Diverses expériences pratiques effectuées au cours des récentes décennies n'ont malheureusement jamais été analysées : cette responsabilité devrait être de haute priorité pour les chercheurs.

6. Priorité de la division du travail : Développer des méthodes de sélection appropriées, des stimulants et des programmes de succession et de transfert pour trois classes principales dans la variété de main-d'oeuvre scientifique — chercheurs dont le travail est dicté par les programmes, ceux dont le travail est à vocation thématique, ou enfin ceux dont le travail a un caractère spéculatif (Regier 1974b; Gregory 1975). Des programmes de formation sur les lieux et de recyclage seront d'importants mécanismes permettant d'atteindre un équilibre approprié de la main d'oeuvre.

7. Priorité de la planification, de l'exécution et de la publication des recherches : La recherche devrait en grande partie être mobilisée vers des programmes à objectifs clairs et des méthodes adéquatement étudiées par les pairs, poursuivies selon des schédules planifiées et dont les résultats doivent être publiés sans tarder. La méthodologie à suivre pour lancer, organiser et mettre au point des propositions de recherche de cette nature a été développée au Canada par le Comité conjoint sur l'homme et la biosphère (HEB).

8. Priorité de la crédibilité scientifique : Clarifier les rôles socio-politiques des divers organismes de recherches gouvernementaux, des sociétés scientifiques et des associations professionnelles. Par la suite, si nécessaire, développer des mécanismes de contrebalance en vue d'assurer l'objectivité de la science. Ces questions suscitent présentement beaucoup d'intérêt au Canada.

Les conditions d'une action opportune pour donner suite à ces propositions comprennent : (a) l'existence de quelque cinq réseaux de recherche régionaux viables permettant à la fois la spécialisation et la généralisation; (b) un processus conjoint de planification de stratégies et de programmes tel que développé séparément par les groupes de Vancouver et de Toronto; (c) une reconnaissance du fait qu'il y aura de plus en plus transfert de science dans les cadres de la planification régionale tel que développé en Saskatchewan et dans le Nord-Ouest; (d) une réalisation que les juridictions politiques existantes sont les unités d'organisation les plus efficaces pour la recherche et que des propositions comme les zones de nordicité d'Hamelin doivent être prises au sérieux, et (e) une reconnaissance du fait que la répartition des ressources sera de plus en plus le résultat d'une décision délibérée.

Je termine en exprimant l'espoir que la confusion qui règne depuis plusieurs années dans la planification et le financement de la recherche halieutique au Canada sera bientôt remplacée par des politiques et des programmes plus encouragents. La compétence scientifique et les innovations prometteuses ne manquent pas dans le moment. Une modeste augmentation des ressources allouées pour la recherche et/ou un réagencement majeur des priorités de recherche, liés tous deux à des lignes directrices plus étendues pour la planification, la justification, l'exécution et la publication devraient conduire à une science halieutique beaucoup plus utile. Aucun organisme, institution ou entreprise de recherches ne pourrait ou ne devrait travailler isolément; les problèmes sont réellement trop vastes et ont trop de ramifications.

Remerciements

Cette étude a été effectuée avec l'appui de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Le Comité de gestion des ressources aquatiques renouvelables de l'ORP dont je relevais comprenait P. A. Larkin, P. Russell, S. Sinclair et K. F. Harding. Parmi les collaborateurs de l'ORP qui m'ont particulièrement été utiles, je dois mentionner W. R. Martin, J. R. Weir, K. H. Loftus, G. I. Pritchard, H. F. Fletcher, F. D. McCracken, R. S. Macdonald et H. H. Harvey. Je remercie en outre A. L. Hamilton, R. D. Paterson, W. J. Christie, A. H. Lawrie, K. H. Doan, A. L. W. Tuomi, T. Owen, J. A. MacMillan, G. S. Gislason, D. Gauvin et G. Power.

Références

Abrosov, V. N. 1969. Determination of commercial turnover in natural bodies of water. Probl. Ichthyol. 9: 482–489.

Adams, G. F., and D. P. Kolenosky. 1974. Out of the water: Ontario's freshwater fish industry. Ont. Min. Nat. Res. Toronto, Ont. iv + 68 p.

Balon, E. K. 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. J. Fish. Res. Board Can. 32: 821–864.

Barkley, P. W., and D. W. Seckler. 1972. Economic growth and environmental decay: the solution becomes the problem. Harcourt, Brace, and Jovanovich, Inc., New York, N.Y. 193 p.

BAZIGOS, G. P. 1974. The design of fisheries statistical surveys: inland waters. FAO, Rome, Fish. Tech. Paper FIPS/T139:

BEAMISH, R. J., AND H. H. HARVEY. 1972. Acidification of the La Cloche Mountain Lakes, Ontario, and resulting fish mortalities.

BEHNKE, R. J. 1972. The systematics of salmonid fishes of recently glaciated lakes. J. Fish. Res. Board Can. 29: 639–671.

BELLA, D. A., AND W. S. OVERTON. 1972. Environmental planning and ecological possibilities. ASCE J. Sanit. Eng. Div., Proc. Pap. 8994: 579–592.

BRINKHURST, R. O. 1974. The benthos of lakes. MacMillan and Co. Ltd., London. xii + 190 p.

BRYAN, R. C. 1973. The dimensions of a salt-water sport fishing trip or what do people look for in a fishing trip besides fish? Dep. Environ. Nanaimo, B.C. PAC/T-74-1. 33 p. (Miméo).

CAMPBELL, B. A. 1973. License limitation regulations: Canada's experience. J. Fish. Res. Board Can. 30: 2070–2076.

CAPEL, R. E., AND C. B. ROSS. 1973. Lake location and quality as determinants of potential recreation benefits: a study of selected lakes in Manitoba, p. 114–144. *Dans* E. R. Reinelt, A. H. Laycock, and W. M. Schultz [ed.] Proc. Symp. Lakes of Western Canada, University of Alberta, Edmonton, Alta. Water Resour. Cent. Publ. 2: xviii + 455 p.

CHEVALIER, M., AND T. BURNS. 1975. A field concept of public management. Dep. Environ. Adv. Concepts Cent. Ottawa, Ont. 54 p. (Miméo).

CLAWSON, M., AND J. L. KNETSCH. 1969. Economics of outdoor recreation. Resources for the Future Inc., Johns Hopkins Press, Baltimore, Md.

CLAY, C. H. 1962. Design of fishways and other fish facilities. Queen's Printer, Ottawa, Ont. 301 p.

CLIFFORD, H. T., AND W. STEPHENSON. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., New York, N.Y. 240 p.

COX, E. T., AND W. J. STRAIGHT. 1975. Ontario angling facts and figures. Ont. Min. Nat. Res., Sport Fish. Branch. iv + 95 p.

CZAMASKI, S. 1972. Regional science techniques in practice: The case of Nova Scotia. Lexington Books, Toronto, Ont. xix + 435 p.

DILLON, P. J., AND F. H. RIGLER. 1975. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1519–1531.

DYMOND, J. R. 1961. The organization of wildlife and fisheries research in Canada, p. 901–908. *Dans* Resources for Tomorrow Conference Background Papers. Queen's Printer, Ottawa, Ont.

1964. A history of ichthyology in Canada. Copeia: 2–33.

EFFORD, I. E. [ed.] 1975. Environmental impact assessment and hydroelectric projects: hindsight and foresight in Canada. J. Fish. Res. Board Can. 32: 97–209.

FOX, I. 1975. Canadian policy development for management of environmental resources. Westwater Res. Cent., Univ. British Columbia, Vancouver, B.C., 63 p. (Miméo).

FRAMINGHAM, C. F., J. A. MACMILLAN, AND J. CRAVEN. 1974. Simulation of alternatives for the South Indian Lake commercial fishery. Man. Dep. Mines, Resour. Environ. 35 p.

FRY, F. E. J. 1971. The effect of environmental factors on the physiology of fish, p. 1–98. *Dans* W. S. Hoar and D. J. Randall [ed.] Fish Physiology, Vol. 6, Academic Press, Inc. New York, N.Y.

FRY, F. E. J., AND V. LEGENDRE. 1963. Ontario and Quebec, p. 487–519. Dans D. G. Frey [ed.] Limnology in North America. Wisconsin University Press, Madison, Wis.

GAUDET, J. L. [ed.] 1972. First European consultation on the economic evaluation of sport and commercial fisheries. FAO/EIFAC, Rome. ii + 147 p

GEEN, G. H. 1974. Effects of hydroelectric development in Western Canada on aquatic ecosystems. J. Fish. Res. Board Can. 31: 913–927.

GISLASON, G. S., J. A. MACMILLAN, AND N. J. R. WARD. 1974. An overview of the Manitoba freshwater fishery. Dep. Agric. Econ. Univ. Manitoba, Winnipeg, Man. 81 p.

GREGORY, B. P. 1975. Science and discovery in France. J. R. Soc. Arts 8: 553–561.

HAMELIN, L. E. 1972a. A zonal system of allowances for northern workers: an example of applied geography. The Musk-Ox 10: 5–20.

1972b. L'écoumène du Nord Canadien, p. 25–40. *Dans* W. C. Wonders [ed.], The north. Studies in Canadian geography. University of Toronto Press, Toronto, Ont. x + 151 p.

HAMLEY, J. M. 1975. Study of gillnet selectivity: a review. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1943–1969.

HARKNESS, W. J. K., AND F. E. J. FRY. 1942. Game fish management in Algonquin Park Lakes. Trans. North Am. Wildl. Conf. 7: 398–404.

HARVEY, H. H. 1976. Aquatic environmental quality. J. Fish. Res. Board Can. (sous presse).

HARVEY, H. H., AND G. H. GEEN [ed.] 1974. Limnology in Canada. J. Fish. Res. Board Can. 31: 499–1020.

HEALEY, M. C. 1975. Dynamics of exploited whitefish populations and their management with special reference to the Northwest Territories. J. Fish. Res. Board Can. 32: 427–448.

HEALEY, M. C. 1975 MS. Characteristics of northern trout and lake whitefish populations. Natl. Res. Counc. Circumpolar Conf. Northern Ecol. Abstr. p. 20.

HENDERSON, H. F., R. A. RYDER, AND A. W. KUDHONGONIA. 1973. Assessing fishery potentials of lakes and reservoirs. J. Fish. Res. Board Can. 30: 2000–2009.

HUNTSMAN, A. G. 1932. Progress in fisheries research in Canada, p. 159–161. *Dans* Fifty years retrospect, Canada, 1882–1932, by the Royal Society of Canada. Ryerson Press, Toronto, Ont. viii + 179 p.

HYNES, H. B. N. 1970. The ecology of running waters. University Toronto Press. 555 p.

ISARD, W. 1972. Ecologic-economic analysis for regional development. The Free Press, New York, N.Y.

JANTSCH, E. 1972. Technological Planning and Social Futures. Assoc. Bus. Prog. Cassell and Co. Ltd., London. xiv + 256 p.

JOHNSON, L. 1975. The dynamics of Arctic fish populations. Natl. Res. Counc. Circumpolar Conf. on Northern Ecology. Abstr. p. 19.

KERR, S. R. [ed.] 1976. Natura naturans: the Fry paradigm. J. Fish. Res. Board Can. (sous presse).

LARKIN, P. A. 1974. Freshwater pollution, Canadian style. Can. Soc. Zool. Ser. on Environmental Damage and Control in Canada, McGill-Queen's University Press, Montreal, Que. 3: xiii + 132 p.

LARKIN, P. A. ET AL. 1970. This land is their land. Sci. Counc. Can. Rep. 9. 41 p.

LASZLO, E. 1972. The systems view of the world. Braziller, New York, N.Y. ix + 131 p.

LEWIS, C. A. ET AL. 1972. Where to now? Fisheries development in the Northwest Territories. A federal–territorial task force report. NWT., Dep. Ind. Develop., Yellowknife, NWT. 23 p.

LOFTUS, K. H. 1976. Canada's fisheries rehabilitation needs. J. Fish. Res. Board Can. (sous presse).

LOFTUS, K. H., AND H. A. REGIER [ed.] 1972. Proc. Symp. on Salmonid Communities in Oligotrophic Lakes (SCOL). J. Fish. Res. Board Can. 29: 613–986.

LOGIE, R. R. 1975. Environmental assessment. An address to the Association of Consulting Engineers of Canada, October 23, 1975. Dep. Environ., Environ. Assess. Panel, Ottawa, Ont. 14 p.

MACCRIMMON, H. R., J. E. STEWART, AND J. R. BRETT. 1974. Aquaculture in Canada, the practice and the promise. Bull. Fish. Res. Board Can. 188: 84 p.

MARGALEF, R. 1968. Perspectives in ecological theory. University of Chicago Press, Chicago, 111 p.

MCCRACKEN, F. D., AND R. D. MACDONALD. 1976. Science for Atlantic coast inshore seas fisheries. J. Fish. Res. Board Can. (sous presse).

MCPHAIL, J. D., AND C. C. LINDSEY. 1970. Freshwater fishes of Northwestern Canada and Alaska. Bull. Fish. Res. Board Can. 173: 381 p.

MILLER, R. B. 1952. A review of the *Triaen-ophorus* problem in Canadian lakes. Bull. Fish. Res. Board Can. 95: 42 p.

NELSON, B. L. 1961. Elements of modern statistics for students of economics and business. Appleton-Century-Crofts, New York, N.Y. ix + 365 p.

NORTHCOTE, T. G., AND P. A. LARKIN. 1956. Indices of productivity in British Columbian lakes. J. Fish. Res. Board Can. 13: 515–540.

OSTROM, V., AND E. OSTROM. 1971. A political theory for institutional analysis, p. 173–186. *Dans* F. A. Butrico, C. J. Touhil, and I. L. Whitman [ed.]. Resource management in the Great Lakes basin. Heath Lexington Books, Lexington, Mass. xiii + 190 p.

PEARSE BOWDEN ECONOMIC CONSULTANTS, LTD. 1971. The value of fresh water sport fishing in British Columbia. Dep. Recreation Conserv., Victoria, B.C. Econ. Wildl. Recreation Rep. 5: 60 p.

PETERMAN, R. M. 1975. New techniques for policy evaluation in ecological systems: methodology for a case study of Pacific salmon fisheries. J. Fish. Res. Board Can. 32: 2179–2188.

PETERSON, E. B. 1975. The past five years: lessons learned and their effect on MacKenzie delta planning. Can. Arct. Resour. Comm. Conf. MacKenzie Delta — Priorities and Alternatives. 8 p.

PIMLOTT, D. H., C. J. KERSWILL, AND J. R. BIDER. 1971. Scientific activities in fisheries and wildlife resources. Sci. Counc. Can. Spec. Stud. 15: 191 p.

PIMLOTT, D. H., K. M. VINCENT, AND C. E. MCKNIGHT [ED.] 1973. Arctic alternatives. Can. Arct. Resourc. Comm. v + 391 p.

POWER, G. 1974. Review of Freshwater Fishes of Canada. Arctic Inst. North Amm J. 27: 312–313.

PRITCHARD, G. I. 1976. Structured aquaculture development with a Canadian perspective. J. Fish. Res. Board Can. 33: 855–870.

RAWSON, D. S. 1955. Morphometry as a dominant factor in the productivity of large lakes. Verh. Int. Ver. Limnol. 12: 164–175.

REA, K. J. 1976. The political economy of northern development. Sci. Counc. Can. (sous presse).

REGIER, H. A. 1974a. Fish ecology and its application. Mitt. Int. Vere. Limnol. 20: 273–286.

1974b. Fishery ecology: a perspective for the near future.
J. Fish. Res. Board Can. 31: 1303–1306.

REGIER, H. A., P. L. BISHOP, AND D. J. RAPPORT. 1974. Planned transdisciplinary approaches: renewable resources and the natural environment, particularly fisheries. J. Fish. Res. Board Can. 31: 1683–1703.

REGIER, H. A., AND F. D. MCCRACKEN. 1975. Science for Canada's shelf-seas fisheries. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1887–1932.

REGIER, H. A. ET AL. 1975. Indices for measuring responses of aquatic ecological systems to various human influences. Report of ACMRR/IABO Working Party on Ecological Indices. FAO, Rome (sous presse).

REINELT, E. R., A. H. LAYCOCK, AND W. M. SCHULTZ. 1973. Proc. Symp. on the Lakes of Western Canada. Univ. Alberta Water Resourc. Cent. Publ. 2: xviii + 455 p.

RICHARDSON, A. H. 1974. Conservation by the people: the history of the conservation movement in Ontario to 1970. University of Toronto Press, Toronto, Ont. xi + 154 p.

RICKER, W. E. 1975a. The Fisheries Research Board of Canada — seventy five years of achievements. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1465–1490.

1975b. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191: xviii + 382 p.

RYDER, R. A. 1965. A method for estimating the potential fish production of north-temperate lakes. Trans. Am. Fish. Soc. 94: 214–218.

RYDER, R. A., AND L. JOHNSON. 1972. The future of salmonid communities in North American oligotrophic lakes. J. Fish. Res. Board Can. 29: 941–949.

RYDER, R. A., S. R. KERR, K. H. LOFTUS, AND H. A. REGIER. 1974. The morphoedaphic index, a fish yield estimator — review and evaluation. J. Fish. Res. Board Can. 31: 663–688.

SCOTT, W. B., AND E. J. CROSSMAN. 1973. Freshwater fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Board Can. 184. xi + 965 p.

SIMKIN, D. ET AL. 1974. Ontario recreation survey, tourism and outdoor recreation planning study (TORPS). Ont. Gov. TORPS Comm. Prog. Rep. 2: 85 p.

SINCLAIR, S. 1960. License limitation — British Columbia — a method of economic fisheries management. Can. Dep. Fish.

SMITHIES, W. R. 1974. The protection and use of natural resources in Ontario. Ont. Econ. Counc.

STROUD, R. H. 1975. Specialized use of recreational fisheries. SFI Bull. 268: 1-3.

THOMPSON, A. R., AND H. R. EDDY. 1973. Jurisdictional problems in natural resource management in Canada, p. 67-96. *Dans* Essays on aspects of resource policy. Sci. Counc. Can. Spec. Stud. 27: 113 p.

THOMPSON, P. C. 1974. Institutional constraints in fisheries management. J. Fish. Res. Board Can. 31: 1965-1981.

TOMLINSON, A. I. 1973. Annual statistical review of Canadian fisheries. Dep. Environ. Fish. Mar. Serv. 6: 112 p.

TOPOLNISKI, D. 1974. Survey of recreational fishing in the N.W.T. Fish. Mar. Serv., Winnipeg Man: 49 p.

TUOMI, A. L. W. 1973. Sport fisheries evaluation methodology reviewed, p. 17-25. *Dans* J. L. Gaudet [ed.] First European consultation on the economic evaluation of sport and commercial fisheries. FAO/EIFAC: ii + 147 p.

USHER, P. J. 1975. Northerners & the land. Can. Dimension. 11: 23-30.

VINCENT, K. M. 1975. The pollution of broken promises. Nat. Can. 4: 2.

WALTERS, C. 1975a. An interdisciplinary approach to development of watershed simulation models. J. Fish. Res. Board Can. 32: 177-195.

1975b. Chapter in IBP/PF Synthesis volume edited by E. D. Le Cren.

WHITING, P. G., AND A. L. W. TUOMI. 1973: Statistics on sales of sport fishing licenses in Canada 1966-1971. Environ. Can. Fish. Mar. Serv., Recreational Fish. Branch. 23 p.

WHITTINGTON, M. 1974. Environmental policy, p. 203-227. *Dans* G. B. Doern and V. S. [ed.] Issues in Canadian public policy. Macmillan of Canada, Toronto, Ont. 356 p.